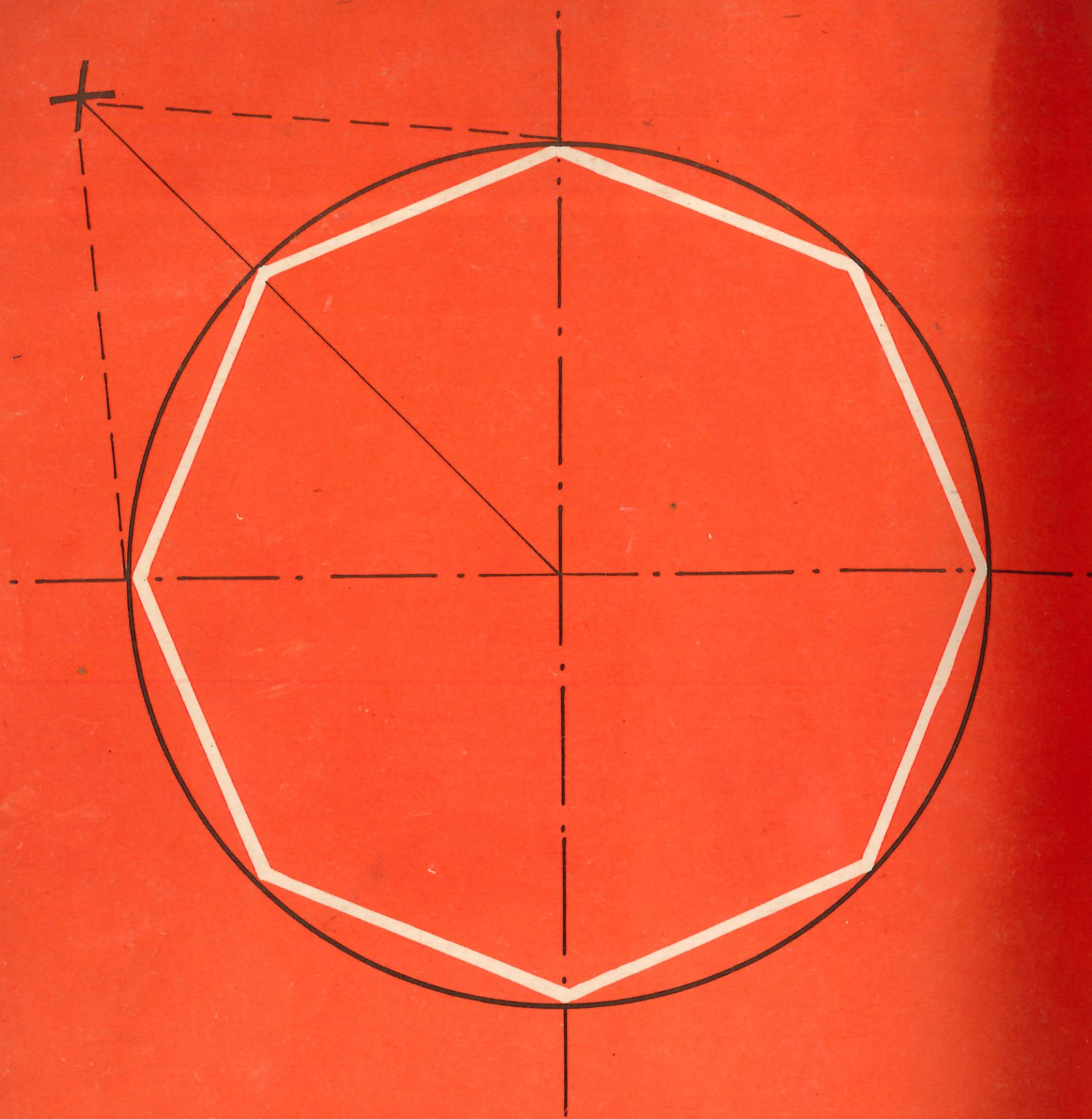
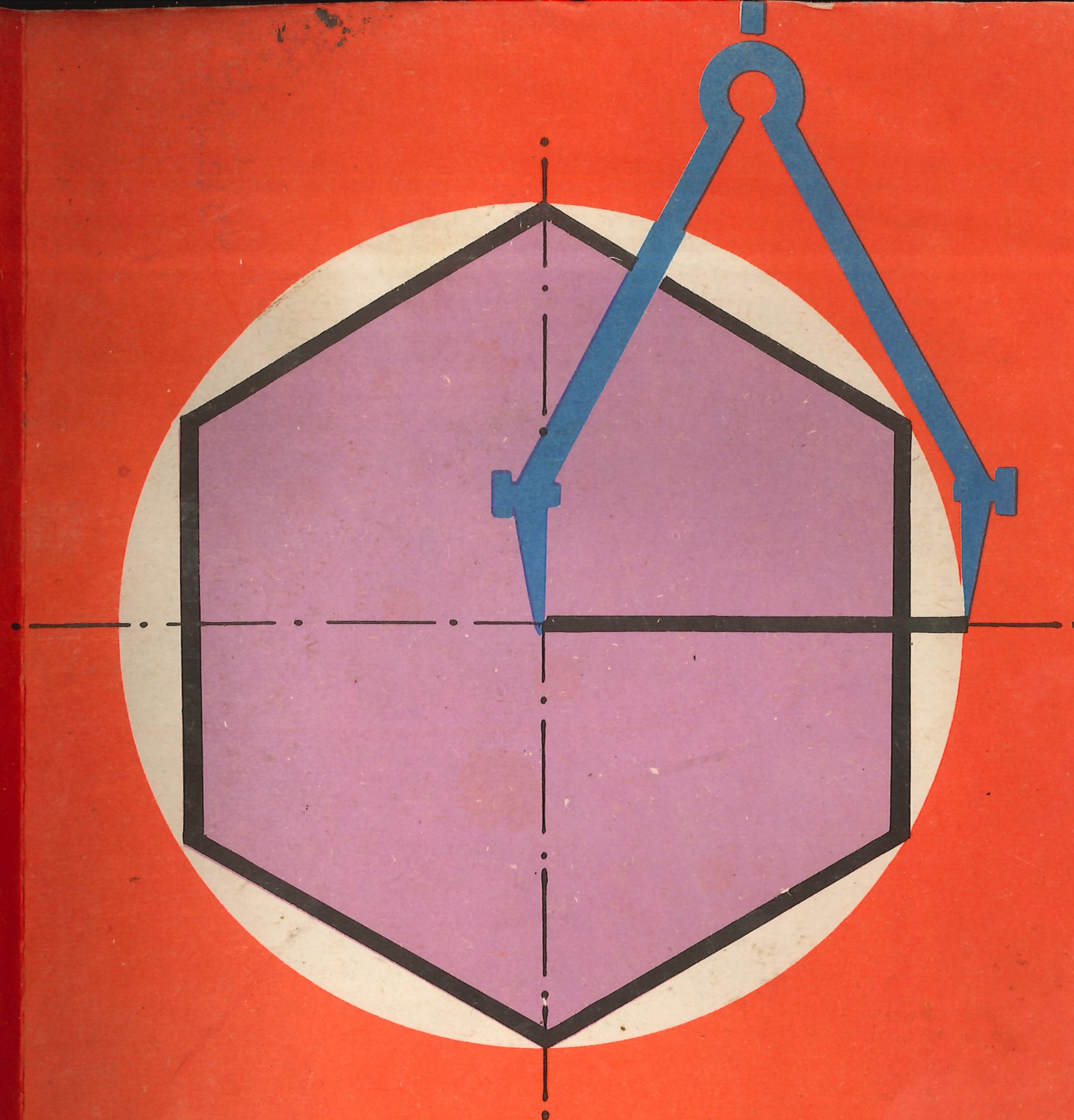


Lei 8,20

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI – 1984



ILIE NEGOMIREANU

NOȚIUNI INTRODUCTIVE DE DESEN TEHNIC



Manual experimental pentru clasele a VI-a, a VII-a și a VIII-a

Ing. prof. ILIE NEGOMIREANU

NOȚIUNI INTRODUCTIVE DE DESEN TEHNIC

Manual experimental pentru clasele a VI-a, a VII-a și a VIII-a



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ — BUCUREȘTI

REEDITAREA MATERIALULUI ELABORAT ÎN ANUL 1980 ESTE CONFORM PROGRAMEI ŞCOLARE APROBATE DE MINISTERUL EDUCAŢIEI ŞI ÎNVĂŢĂMÎNTULUI cu nr. 40514/1979

Referenţi:
ing. MIHAIL TUDOSE, prof. gr. I
ing. CONSTANTIN ZENOVEI

Redactor:
COSTICĂ ANDREI
Tehnoredactor: OTTO PARASCHIV NECŞOIU
Grafician: VICTOR WEGEMAN
Desenator: ANTON ANASTASESCU

1

ELEMENTE INTRODUCTIVE ÎN DESENUL TEHNIC

A. SCOPUL ŞI IMPORTANŢA DESENULUI TEHNIC

Numim *DESEN TEHNIC* reprezentarea grafică în plan a unor obiecte din spaţiu, prin aplicarea unor *REGULI* şi *CONVENŢII* stabilite în acest scop.

Desenul tehnic constituie singurul mijloc de reprezentare a unei concepţii sau a unei idei tehnice; în acelaşi timp, el este principalul mijloc de legătură dintre conceperea şi realizarea practică a diferitelor maşini, instalaţii, clădiri sau orice alte lucrări inginereşti.

Realizarea oricărui obiect, indiferent de mijloacele tehnice de care se dispune, este posibilă fie după un model, fie după desenul obiectului respectiv. Realizarea obiectelor după model, metodă care a fost folosită din cele mai îndepărtate timpuri, este greoaie, incomodă şi de foarte multe ori imposibilă. Metoda care se foloseşte aproape în exclusivitate, în toate ramurile activităţii economice, pentru producerea de bunuri materiale constă în executarea obiectelor după reprezentarea lor grafică, adică pe baza unor desene tehnice. Ca urmare a faptului că regulile de reprezentare în desenul tehnic au în majoritatea cazurilor valabilitate generală şi că se tinde spre internaţionalizarea lor totală, se poate afirma că desenul tehnic a devenit un limbaj tehnic internaţional.

Politehnizarea învăţămîntului de toate gradele, inclusiv a învăţămîntului gimnazial, impune învăţarea unor noţiuni de desen tehnic, necesare în toate domeniile activităţii economice-sociale, indiferent de meseria pe care intenţionează fiecare elev să o înveţe în continuare. Astfel, fie că va urma un liceu industrial (cu profil de mecanică, electrotehnică, construcţii, industrie uşoară sau chimie), fie că va urma unul agricol, silvic, economic ori sanitar, noţiunile de desen tehnic sînt absolut indispensabile formării oricărui om al muncii într-o meserie.

Totodată, desenul tehnic este strîns legat de o mare parte a celorlalte discipline de studiu (matematică, fizică, chimie), cu care se întrepătrunde, creînd premisele înţelegerii disciplinelor de specialitate care se predau în următorii ani de liceu. Desenul tehnic contribuie la educarea elevilor, la dezvoltarea imaginaţiei, a creativităţii şi a gustului pentru frumos, a preciziei în execuţie, a scrupulozităţii şi a muncii organizate.

B. CLASIFICAREA DESENELOR TEHNICE

Desenele tehnice pot fi clasificate după mai multe criterii.

După domeniul la care se referă, desenele pot fi de şase tipuri.

● *Desenul industrial* se referă la obiecte din domeniul industriei constructoare de maşini, industriei electrotehnice, energetice, al construcţiilor navale şi din alte ramuri industriale.

● *Desenul de construcţii* se referă la obiecte din ramura construcţiilor (clădiri, instalaţii, poduri, obiective hidrotehnice, căi de comunicaţii etc.).

● *Desenul de arhitectură* se referă la concepţia funcţională şi estetică a construcţiilor, la evidenţierea elementelor decorative şi de finisaj.

● *Desenul de instalaţii* se referă la ansamblurile sau elementele de instalaţii aferente unităţilor industriale, agregatelor, construcţiilor etc.

● *Desenul cartografic* (topografic, geodezic) se referă la reprezentarea unor zone geografice sau a unor suprafeţe de teren cu forme de relief, elemente fizice naturale, construcţii şi amenajări existente etc.

● *Desenul de sistematizare* (urbanistic) este desenul tehnic care reprezintă concepţiile de ansamblu şi de detaliu în vederea amenajării teritoriilor, centrelor populate, unităţilor industriale.

După modul de reprezentare se deosebesc două feluri de desene.

● *Desenul în proiecţie ortogonală* (unghi drept) este desenul în care proiectantele sînt perpendiculare pe planul de proiecţie şi deci paralele între ele. Acest sistem de proiecţie se mai numeşte şi *proiecţie paralelă* sau *proiecţie cilindrică dreaptă* şi reprezintă obiectul în două dimensiuni.

● *Desenul în perspectivă* este desenul în care obiectul este reprezentat în trei dimensiuni. Are următoarele variante:

— proiectantele sînt paralele între ele dar nu sînt perpendiculare pe planul de proiecţie, aceasta numindu-se *proiecţie paralelă* sau *proiecţie cilindrică oblică;*

— proiectantele trec printr-un punct fix, numit centru de proiecţie, aceasta numindu-se *proiecţie centrală* sau *conică;*

— proiectantele sînt perpendiculare pe planul de proiecţie ca la proiecţia ortogonală, dar obiectul este aşezat într-o poziţie oarecare faţă de planul de proiecţie, aceasta numindu-se *proiecţie axonometrică.*

După modul de întocmire, desenele sînt de două feluri.

● *Schiţa* este un desen executat în general cu mîna liberă, la scări de mărire sau micşorare în limitele date de aproximaţia vizuală. Schiţa serveşte, de regulă, pentru întocmirea desenelor la scară (de studiu sau de execuţie). Schiţa poate servi uneori şi ca desen de execuţie pentru unele elemente mai simple, dacă le determină ca formă şi dimensiuni.

● *Desenul la scară* se întocmeşte cu ajutorul instrumentelor de desen, la o scară standardizată.

După destinaţie, desenele se clasifică în patru tipuri.

● *Desenul de studiu* este executat la scară, dar mai poate suferi unele modificări prin studierea mai multor variante pînă se ajunge la forma definitivă. El serveşte pentru întocmirea desenului definitiv de execuţie.

● *Desenul de execuţie* este un desen definitiv, complet şi executat la scară şi care serveşte la realizarea obiectului reprezentat.

● *Desenul de montaj* este întocmit în scopul precizării modului de asamblare sau amplasare a părţilor componente ale obiectului reprezentat.

● *Desenul de prospect sau catalog* este întocmit în scopul prezentării şi identificării obiectului reprezentat.

După conţinut, desenele sînt de cinci feluri.

● *Desenul de operaţie* este desenul tehnic după care se execută o singură operaţie tehnologică (strunjire, frezare, găurire).

● *Desenul de gabarit* este un desen tehnic în care sînt indicate numai dimensiunile maxime exterioare ale obiectului reprezentat.

● *Desenul de releveu* este întocmit după un obiect existent. Se foloseşte îndeosebi în construcţii.

● *Schema* este un desen tehnic simplificat, în care obiectul este reprezentat cu ajutorul unor semne convenţionale sau al unor simboluri. În practică se întîlnesc:

— scheme cinematice;

— scheme electrice;

— scheme hidraulice;

— scheme de instalaţii etc.

● *Graficul* (nomograma, diagrama, cartograma) conţine reprezentarea variaţiei unei mărimi în funcţie de alte mărimi.

C. MATERIALE ŞI INSTRUMENTE FOLOSITE ÎN DESENUL TEHNIC

1. MATERIALE ŞI INSTRUMENTE

Pentru întocmirea unui desen în condiţii optime este necesar ca, pe lîngă cunoaşterea regulilor şi a convenţiilor despre care s-a amintit la început, să se cunoască bine materialele şi instrumentele ce se vor folosi, calităţile lor şi modul de utilizare.

Principalele materiale şi instrumente necesare pentru desen sînt descrise mai jos.

a. **Hîrtia pentru desen** este de mai multe feluri şi este folosită în funcţie de desenul ce trebuie întocmit. Astfel:

— *hîrtia albă opacă* trebuie să fie cît mai densă, să nu se scămoşeze la ştersul cu guma, să nu sugă tuşul (liniile trasate să rămînă uniforme ca grosime). Se poate întrebuinţa la întocmirea tuturor categoriilor de desene;

— *hîrtia de calc* este o hîrtie transparentă și servește fie la întocmirea desenelor originale, fie la realizarea unor copii. Desenele întocmite pe hîrtie de calc pot fi multiplicate prin heliografiere. Hîrtia de calc poate fi simplă sau pînzată;

— *hîrtia heliografică* sau *hîrtia de ozalid* este o hîrtie opacă; ea are o față tratată cu o substanță chimică, sensibilă la lumină. Această hîrtie se folosește la multiplicarea desenelor întocmite pe hîrtie de calc cu ajutorul heliografului.

b. **Creioanele sau pixurile** utilizate în desen pot avea mine de diferite durități, care sînt utilizate în funcție de specificul desenului precum și de calitatea sau felul hîrtiei folosite. Minele se fabrică din grafit în 18 durități, care se împart în trei mari grupe: *mine moi*, de tipul *B*, *mine obișnuite*, de tipul *HB* și *F* și *mine tari*, de tipul *H*.

Creioanele și minele pentru pixuri au marcat pe ele simbolul durității prin literele *B*, *HB* și *H*. La cele de tipul *B* și *H*, aceste litere sînt precedate de o cifră. Minele de tipul *B* vor fi cu atît mai moi cu cît cifra care precede litera *B* va fi mai mare, iar cele de tipul *H* vor fi cu atît mai dure cu cît cifra care precede litera *H* va fi mai mare.

Ascuțirea creioanelor sau a minelor pentru pixuri se face ca în figura 1.1. În figura 1.2 se arată cum nu trebuie ascuțite creioanele și minele pixurilor.

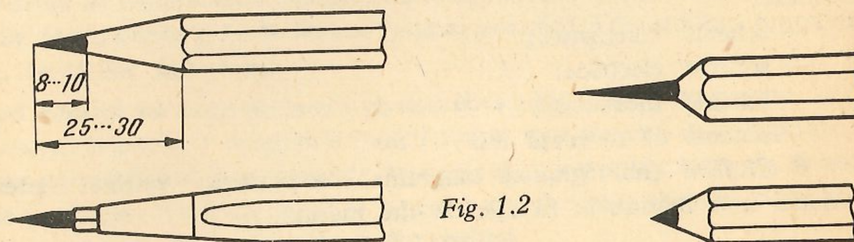


Fig. 1.1

Fig. 1.2

c. **Gumele** se folosesc pentru curățirea desenelor executate în creion și pentru a șterge liniile ajutătoare sau liniile trasate greșit. O gumă bună nu trebuie să murdărească sau să scămoșeze hîrtia. Pentru ștergerea tușului, se folosesc lame de ras și gume dure.

d. **Tușul** se utilizează pentru trasarea anumitor desene originale sau pentru copierea unor desene pe hîrtie de calc. Tușul trebuie să adere bine la hîrtia pentru desen, să fie fluid și să se usuce repede. Liniile trasate cu tuș trebuie să rămînă uniforme ca grosime. Tușul trebuie păstrat bine închis, pentru a se evita evaporarea lui.

e. **Planșetele pentru desen** se confecționează, de regulă, din lemn de esență moale (tei, plop, eventual panel de tei), pentru a permite fixarea cu ușurință a hîrtiei de desen. Pentru a se împiedica deformarea, capetele planșetei sînt confecționate dintr-un lemn de esență tare, de regulă fag fiert, sau se încadrează planșeta cu o ramă din lemn de fag, în cazul cînd ea este confecționată din panel de tei, așa cum este arătat în figurile 1.3 și 1.4. Dimensiunile planșetei sînt standardizate în funcție de dimensiunile hîrtiei pentru desen.

De exemplu: mărimile 125(1 250 × 1 000), 100(1 000 × 730), 73(730 × 530), 53(530 × 410), dimensiunile din paranteze fiind date în milimetri.

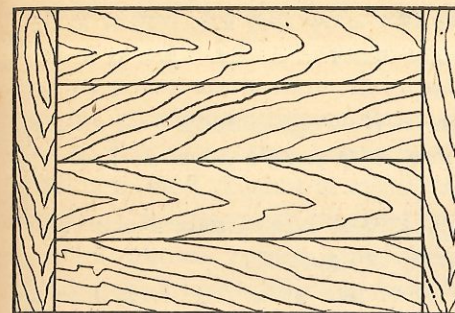


Fig. 1.3

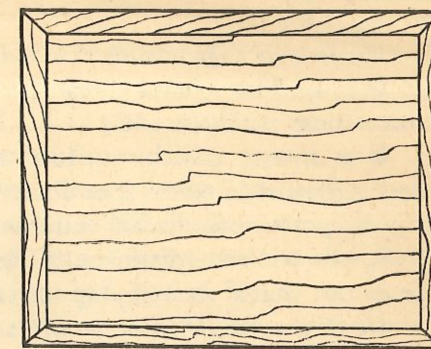


Fig. 1.4

Hîrtia se fixează pe planșetă fie cu ajutorul piunezelor, fie cu ajutorul unei benzi de lipit, fie prin lipirea marginilor pe planșetă.

f. **Teul** servește pentru trasarea liniilor sau pentru sprijinirea echerelor cînd se trasează linii cu diferite înclinații. Teul se confecționează din lemn de fag, de păr sau din materiale plastice. Teul cu capul dintr-o singură bucată se numește *teu cu cap fix* (fig. 1.5), iar cel cu capul din două bucăți, dintre care una este fixă și alta mobilă, se numește *teu cu cap semifix* (fig. 1.6).

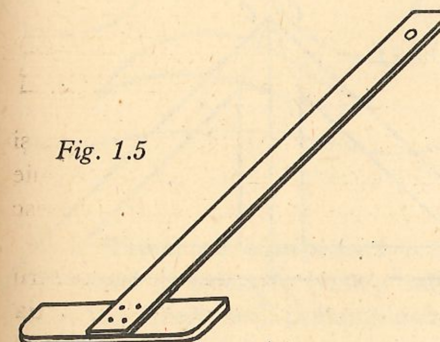


Fig. 1.5

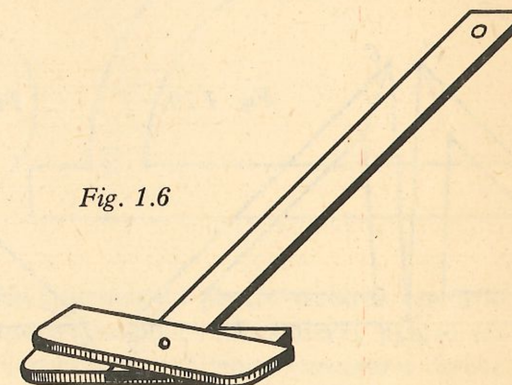


Fig. 1.6

Linealul (rigla) teului trebuie să aibă muchiile perfect drepte, verificarea făcîndu-se astfel:

- se trasează o linie de-a lungul riglei cu un creion bine ascuțit;
- se întoarce rigla cu fața cealaltă și se suprapune aceeași muchie peste linia trasată;
- dacă în această poziție suprapunerea este perfectă, atunci muchia este dreaptă;

g. **Echerele** au forma unor triunghiuri dreptunghice și se confecționează din lemn de păr, de fag sau din materiale plastice. De regulă se folosesc două

tipuri de echere: *echer avînd catetele de lungimi egale și două unghiuri de 45°* (fig. 1.7.) sau *echer avînd catetele de lungimi neegale și unghiuri de 60° și respectiv de 30°* (fig. 1.8).

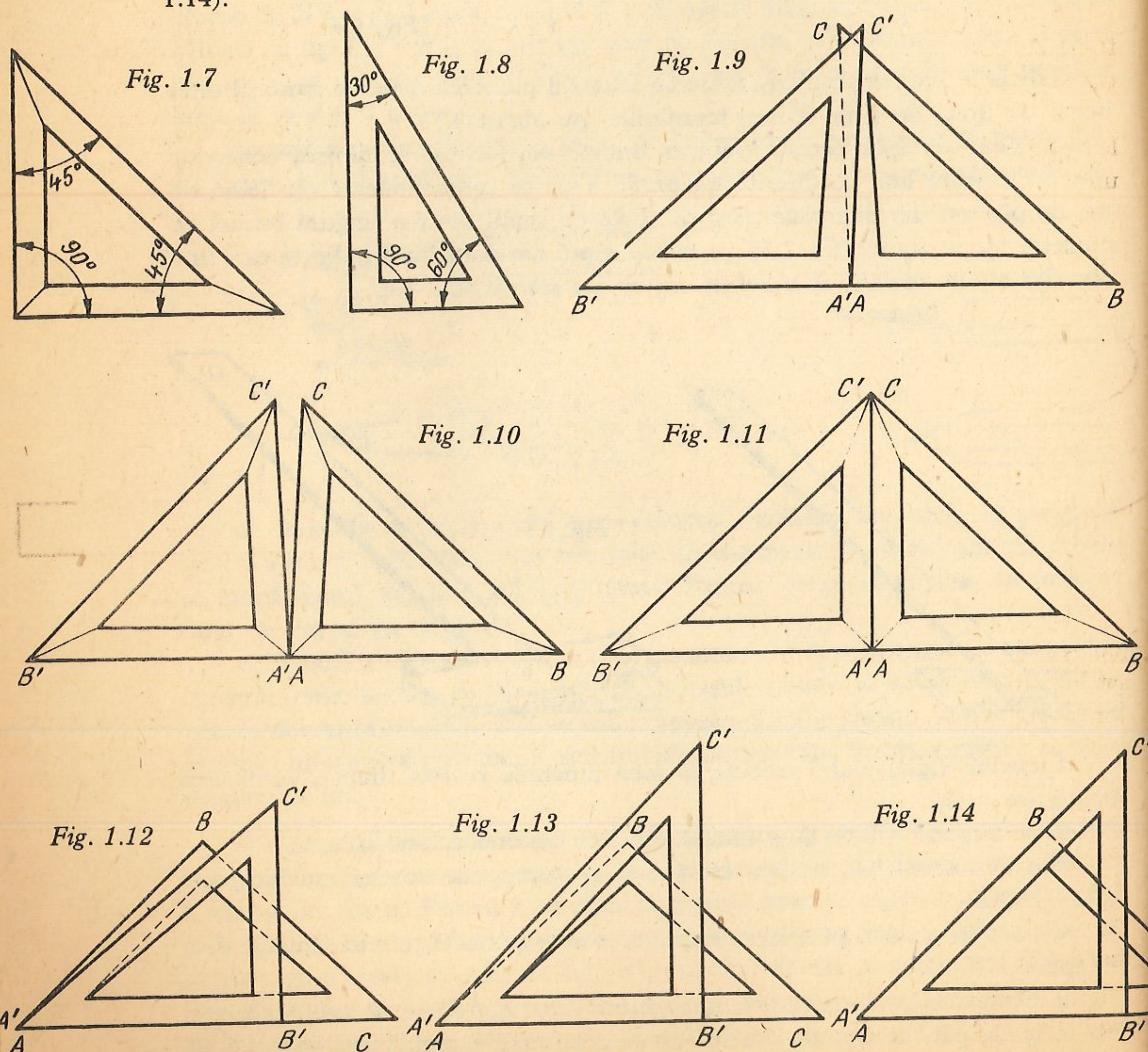
Verificarea unghiului drept al echerelor se face astfel (fig. 1.9, 1.10 și 1.11):

● se sprijină echerul cu cateta *AB* pe rigla teului în poziția *ABC* și se trasează o linie pe cateta *AC;*

● se rotește echerul cu 180° în poziția *A'B'C'* sprijinindu-l cu aceeași catetă *AB* pe rigla teului și se observă dacă în această poziție cateta *A'C'* se suprapune peste linia trasată anterior.

Se pot ivi trei situații, ca în figurile 1.9, 1.10 și 1.11. Unghiul echerului este de 90° numai dacă suprapunerea se face ca în figura 1.11.

Verificarea unghiurilor de 45° ale echerelor se face astfel (fig. 1.12, 1.13 și 1.14):



● se așază echerul cu ipotenuza pe rigla teului în poziția *ABC* și se trasează o linie pe cateta din stînga, *AB;*

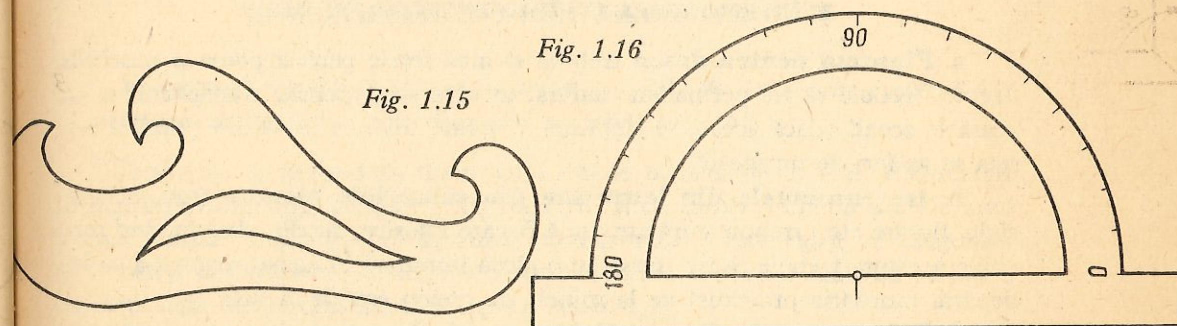
● se așază echerul cu o catetă pe lama teului în poziția *A'B'C'* și se observă dacă ipotenuza *A'C'* se suprapune peste linia trasată pe cateta *AB* a echerului.

Se pot ivi trei situații, ca în figurile 1.12, 1.13 sau 1.14. Unghiul echerului are 45° numai dacă suprapunerea se face ca în figura 1.14.

h. **Rigla gradată** servește la măsurarea dimensiunilor pe desen și este gradată în mod obișnuit în milimetri. Se confecționează din lemn sau materiale plastice și are, de regulă, lungimi de la 20 la 50 cm. O riglă trebuie să aibă partea gradată subțiată, pentru a permite măsurări cît mai exacte. Nu se recomandă măsurarea dimensiunilor pe desen cu teul sau cu echerul, chiar dacă acestea sînt gradate.

i. **Florarul** este o placă subțire de lemn sau material plastic, tăiată cu diferite curburi (fig. 1.15) și servește pentru trasarea liniilor curbe diferite de arcele de cerc, care nu pot fi trasate cu compasul.

j. **Raportorul** servește la măsurarea unghiurilor și se confecționează din lemn, metal sau materiale plastice. El are forma unui semicerc și este gradat în unități de măsurat unghiurile (grade) (fig. 1.16).



k. **Trusa cu compasuri** conține instrumente pentru trasarea cercurilor (compasuri și baluștri), pentru măsurarea distanțelor (distanțiere), pentru trasat în tuș (trăgătoare), prelungitoare, șurubelniță etc. Pentru executarea desenelor în tuș se mai folosesc instrumente tip GRAPHOS sau ROTRING.

2. FOLOSIREA INSTRUMENTELOR ÎN DESENUL TEHNIC

La utilizarea instrumentelor în desenul tehnic trebuie respectate următoarele **reguli:**

— *la trasarea liniilor în creion, vîrful creionului trebuie să se sprijine în permanență pe muchia teului sau a echerelor și să aibă o înclinație de circa 75° față de orizontala direcției în care se trasează linia;*

— *trasarea liniilor cu ajutorul teului sau al echerului* — în creion sau în tuș — *se face, de regulă de la stînga spre dreapta și de jos în sus* (fig. 1.17);

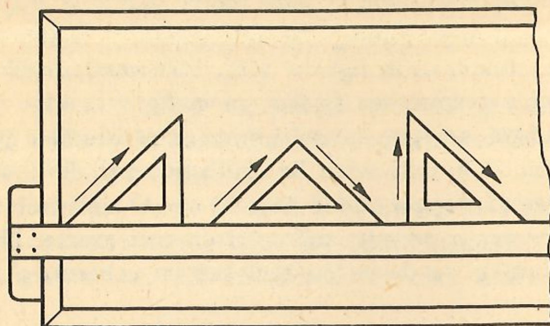


Fig. 1.17

— *vîrful portmină al compasului trebuie să aibă aceeași lungime cu vîrful compasului în care se află acul;*

— *la trasarea cu compasul a arcelor de cerc cu raze mari, se va urmări ca atît portmina, cît și acul compasului, să fie perpendiculare pe suprafața hîrtiei.*

3. ÎNTREȚINEREA INSTRUMENTELOR DE DESEN

a. **Planșeta pentru desen** trebuie să aibă fețele perfect plane și muchiile drepte, trebuie să fie permanent curată, în care scop pentru transportul ei de acasă la școală (dacă acesta se impune) se poate folosi o husă din pînză. Planșeta se va feri de umezeală.

b. **Instrumentele din lemn sau din materiale plastice** (teu, echere, rigle, florare etc.) trebuie curățate după fiecare folosire, iar din cînd în cînd muchiile acestora trebuie să fie șterse cu o cîrpă înmuiată în alcool, pentru a se îndepărta murdăria provenită de la minele de creion sau de la tuș.

c. **Instrumentele din metal** (compasuri, distanțiere etc.) vor fi păstrate cu grijă în trusele lor originale și nu în alte cutii sau penare, întrucît vîrfurile acestora sînt foarte fin ascuțite și se deteriorează cu ușurință.

d. **Trăgătoarele sau alte dispozitive de trasat în tuș** se șterg după fiecare folosire cu o cîrpă umedă, atunci cînd întreruperea este mai mare de două minute.

D. STANDARDIZAREA ÎN DESENUL TEHNIC

Odată cu dezvoltarea producției industriale moderne, a apărut necesitatea aplicării unor norme și prescripții referitoare la proiectarea și executarea în condiții identice a unor piese de mașini de utilizare generală, care să aibă valabilitate pe întreg cuprinsul țării noastre. Aceste norme și prescripții tehnice se numesc *standarde de stat* (prescurtat STAS).

Condițiile fundamentale pentru alcătuirea desenelor tehnice se realizează prin combinarea și utilizarea rațională a desenului geometric, a desenului de proiecție și a prevederilor standardelor de stat.

Standardizarea regulilor de desen tehnic cuprinde:

— formatele desenelor tehnice;
— liniile utilizate în desenul tehnic;
— scrierea în desenul tehnic;
— dispunerea proiecțiilor;
— reprezentarea vederilor, secțiunilor și rupturilor;
— cotarea în desenul tehnic;
— scări numerice în desenul tehnic;
— reguli de reprezentare a diferitelor organe de mașini, instalații etc.

Fiecare standard de stat are un simbol.
De exemplu: STAS 1-76 are următoarele semnificații:
— STAS — standard de stat;
— 1 — numărul standardului;
— 76 — anul intrării în vigoare a standardului (1976).

E. FORMATELE DESENELOR TEHNICE

Formatul *reprezintă spațiul delimitat pe coala de desen prin conturul pentru decuparea copiei desenului original* $(a \times b)$.

Formatele se notează simbolic cu litera A urmată de o cifră, Elementele formatului hîrtiei sînt indicate în figura 1.18. Între dimensiunile a și b ale unui format există relația $b = a.\sqrt{2}$, adică dimensiunea b este egală cu diagonala unui pătrat de latura a. Un format oarecare An are suprafața egală cu jumătate din suprafața formatului imediat superior (tab. 1.1).

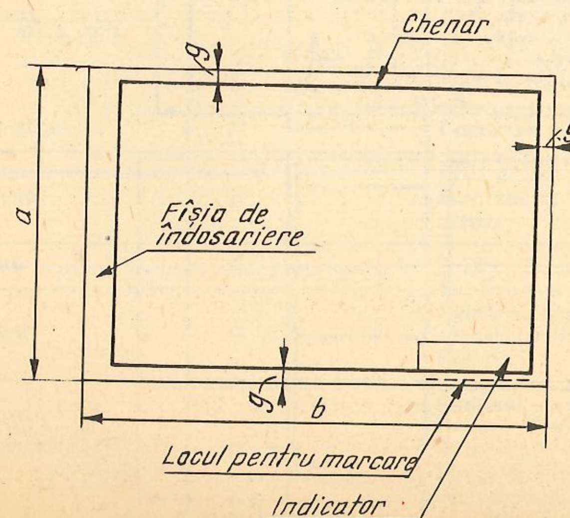


Fig. 1.18

DIMENSIUNILE FORMATELOR

Tabelul 1.1

Simbol	Dimensiuni $a \times b$ [mm]	Suprafața $a \times b$ [m²]	Lățimea chenarului, g [mm]	Dimensiunile fișiei de îndosariere [mm]
A0	841 × 1 189	1		
A1	594 × 841	0,5		
A2	420 × 594	0,25		
A3	297 × 420	0,125	5	20 × 297
A4	210 × 297	0,063		
A5	148 × 210	0,031		
A6	105 × 148	0,016		

În cazul cînd necesitățile impun, se pot folosi și formate mai mari decît cele din tabelul 1.1 *(formate derivate)*, obținute prin multiplicarea uneia dintre laturile formatului a sau b de 1,5; 2; 2,5; 3 ori etc. (fig. 1.19 și 1.20). La formatele derivate, latura a nu va fi mai mare de 841 mm.

La formatul A4, indiferent care dimensiune se ia ca bază, fișia de îndosariere se va lăsa totdeauna în lungul laturii mari.

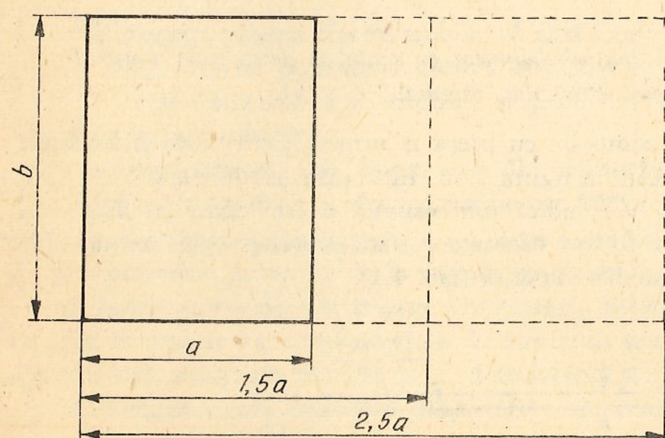


Fig. 1.19

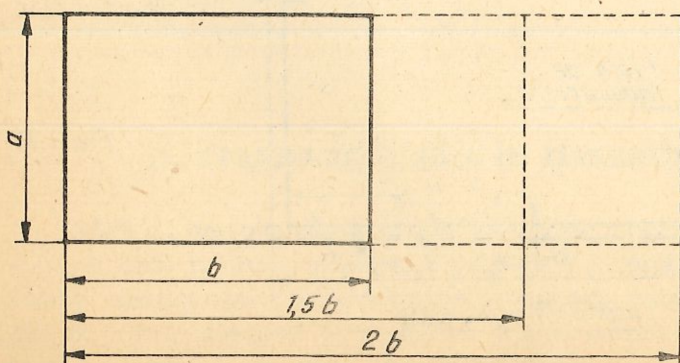


Fig. 1.20

F. LINIILE UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

Liniile care se utilizează la reprezentarea grafică în desenul tehnic sînt de diferite *tipuri* și *grosimi*, în funcție de destinația lor și de scara desenului.

În principiu, în desenul tehnic se folosesc **două tipuri de linii** și anume: *linii continue* și *linii discontinue*.

Linia discontinuă poate fi: *linie întreruptă*, *linie-punct* sau *linie-două puncte*.

Pentru trasarea liniilor se consideră ca *grosime de bază* grosimea liniei continue groase, care se notează cu litera b, iar grosimea celorlalte linii se stabilește în raport cu grosimea acesteia. Grosimea de bază b a liniilor variază între 0,18 și 2 mm, în funcție de mărimea și complexitatea desenelor. Grosimea de trasare pentru liniile subțiri este aproximativ $b/3$.

Alegerea tipului și grosimii liniilor în desenul tehnic se va face conform indicațiilor din tabelul 1.2.

LINII UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

Tabelul 1.2

Denumirea liniei	Simbol	Aspectul liniei	Cazuri de utilizare (exemple)
Linie continuă groasă	A	━━━━	Contururi și muchii reale vizibile
Linie continuă subțire	C	────	Muchii fictive Linii de cotă, ajutătoare și de indicație Hașuri Conturul secțiunilor suprapuse Reprezentarea simplificată a liniilor de axă
Linie continuă — subțire-ondulată	C_1	～～～	Linii de ruptură pentru delimitarea vederilor și secțiunilor în orice material, cu excepția lemnului, și numai dacă limita respectivă nu este o linie de axă
— în zigzag	C_2	/\/\/\	Linii de ruptură în lemn
Linie întreruptă subțire	D	– – – – – –	Contururi și muchii reale acoperite
Linie-punct subțire	E	——·——·——	Linii de axă Părți situate în fața planului de secționare
Linie-punct mixtă	F	━·——·——·━	Trasee de secționare
Linie-punct groasă	G	━━·━━·━━	Indicarea suprafețelor cu prescripții speciale (tratamente termice, de suprafață etc.)
Linie-două puncte subțire	H	——··——··——	Conturul pieselor învecinate Pozițiile intermediare și extreme de mișcare ale pieselor mobile Liniile centrelor de greutate, cînd acestea nu coincid cu liniile de axă

Se pot utiliza și alte tipuri de linii, cu obligația să se specifice pe desen semnificația lor specială.

Liniile-punct încep și se termină obligatoriu cu segmente de linie, iar întretăierea liniilor-punct se face numai prin segmente.

G. SCRIEREA STANDARDIZATĂ

În desenul tehnic se utilizează, la alegere, *scrierea înclinată*, cu caractere înclinate la 75° spre dreapta față de linia de bază a rîndului, sau *scrierea dreaptă*, cu caractere perpendiculare față de linia de bază a rîndului. Pe un desen sau pe un ansamblu de desene se va folosi numai unul dintre cele două feluri de scriere.

Exemple de scriere dreaptă și înclinată se dau în anexă.

a. **Dimensiunile literelor și cifrelor** se stabilesc în funcție de înălțimea h a literelor mari (majuscule), exprimată în milimetri, care poartă denumirea de *dimensiune nominală*.

Sînt standardizate următoarele dimensiuni nominale: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 (în mm), precum și dimensiuni nominale obținute prin înmulțirea cu 10 a termenilor din acest șir.

b. **Grosimea liniei de scriere** este egală cu distanța dintre liniile rețelei cu ajutorul căreia se determină forma și dimensiunile caracterelor, precum și distanța dintre ele.

În desenul tehnic se utilizează două grosimi de linii pentru scriere, care depind de înălțimea nominală a scrierii. Șirurile de valori pentru grosimea acestor linii sînt indicate în tabelul 1.3.

GROSIMEA LINIILOR DE SCRIERE

Tabelul 1.3

Dimensiunea nominală a scrierii [mm]		2,5	3,5	5	7	10	14	20
Grosimea liniei de scriere, [mm]	Linii tip *A* (1/14 h)	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
	Linii tip *B* (1/10 h)	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

c. Cele două tipuri de linii de scriere creează două **tipuri de scriere** și anume: *scriere tip A; scriere tip B.*

Elementele care caracterizează cele două tipuri de scriere, în funcție de dimensiunea nominală a scrierii, sînt indicate în tabelul 1.4.

ELEMENTE DIMENSIONALE PENTRU SCRIERE

Tabelul 1.4

Elemente caracteristice	*Scriere tip A*	*Scriere tip B*
Grosimea liniei de scriere	1/14 h	1/10 h
Înălțimea literelor mari și a cifrelor	14/14 h	10/10 h
Înălțimea literelor mici	10/14 h	7/10 h
Distanța între două litere alăturate ale unui cuvînt, între două cifre ale unui număr sau între o cifră și o literă alăturate ale unui simbol	2/14 h	2/10 h
Distanța minimă între două cuvinte sau numere	6/14 h	6/10 h
Distanța minimă între două rînduri (între liniile de bază)	20/14 h	14/10 h
Distanța între linia de bază pentru indici față de linia de bază a rîndului	3/14 h	2/10 h
Distanța între linia de bază pentru exponenți față de linia de bază a rîndului	8/14 h	6/10 h

d. **Reguli de scriere:**

— *înălțimea literelor mici b, d, f, g, h, j, k, l, q și y este egală cu dimensiunea nominală;*

— *dacă între două litere sau cifre alăturate se formează un spațiu aparent mai mare decît între celelalte litere sau cifre, acesta se micșorează astfel încît toate literele să pară egal distanțate între ele;*

— *dimensiunile indicilor și exponenților înscriși pe desene sînt în general egale cu jumătate din dimensiunile pe care le au literele și cifrele la care figurează ca indici sau exponent, dar nu mai mici de 2,5 mm.*

2

CONSTRUCȚII GRAFICE (GEOMETRICE) UZUALE

A. CONSTRUCȚIA DREPTELOR PARALELE ȘI A DREPTELOR PERPENDICULARE

1) **Trasarea dreptelor paralele** se poate face cu ajutorul teului și echerelor sau printr-o construcție grafică cu ajutorul compasului și riglei. Această construcție grafică se execută ca în figura 2.1.

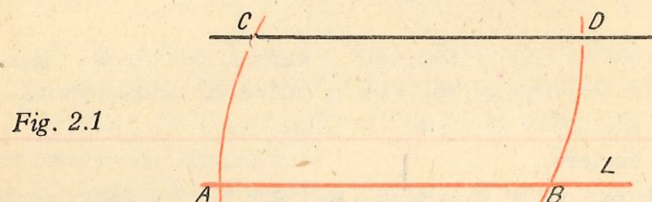


Fig. 2.1

Se dau: *dreapta L și un punct C exterior dreptei L.*

Se cere: *să se traseze o dreaptă paralelă cu dreapta L și care să treacă prin punctul C.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctul *C* și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează dreapta *L* în punctul *B*.

● Cu vîrful compasului în punctul *B* și cu o deschidere *BC* se trasează un arc de cerc care trece prin punctul *C* și care intersectează dreapta *L* în punctul *A*.

● Se ia în compas distanța *AC* și cu vîrful compasului în punctul *B* se intersectează arcul de cerc în punctul *D*.

● Se unește punctul *C* cu punctul *D* și dreapta care trece prin aceste puncte este *paralelă* cu dreapta *L*.

2) **Trasarea dreptelor perpendiculare** se poate face de asemenea cu ajutorul teului și echerelor sau prin construcții grafice cu ajutorul compasului și riglei. Aceste construcții se execută ca în figurile 2.2 și 2.3.

Cazul I (fig. 2.2).

Se dau: *dreapta L și un punct C exterior dreptei L.*

Se cere: *să se traseze o dreaptă perpendiculară pe dreapta L care să treacă prin punctul C.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctul *C* cu o deschidere oarecare, dar mai mare ca distanța de la punct pînă la dreaptă, se trasează un arc de cerc care intersectează dreapta *L* în punctele *A* și *B*.

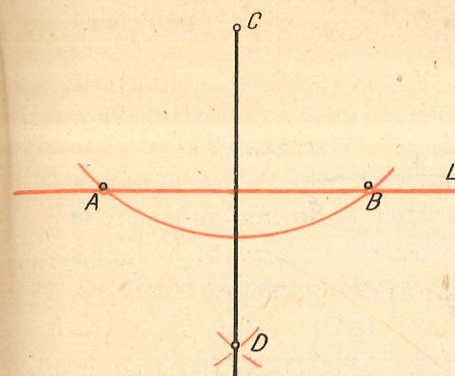


Fig. 2.2

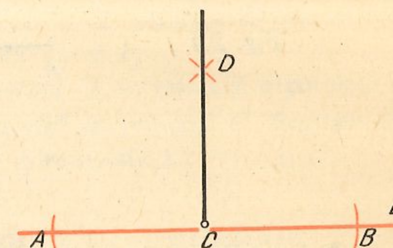


Fig. 2.3

● Cu vîrful compasului succesiv în punctele *A* și *B* cu o deschidere mai mare decît jumătatea segmentului *AB* se trasează, în partea opusă punctului *C* față de dreapta *L*, două arce de cerc care se intersectează în punctul *D*.

● Se unește punctul *C* cu punctul *D* și dreapta care trece prin aceste puncte este *perpendiculară* pe dreapta dată *L*.

Cazul II (fig. 2.3).

Se dau: *dreapta L și un punct C situat pe dreaptă.*

Se cere: *să se traseze o dreaptă perpendiculară pe dreapta L în punctul C.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctul *C* și cu o deschidere oarecare se intersectează dreapta *L* în punctele *A* și *B*.

● Cu vîrful compasului în punctele *A* și *B* și cu o deschidere mai mare decît jumătatea segmentului *AB* se trasează într-o parte a dreptei două arce de cerc care se intersectează în punctul *D*.

● Se unește punctul *C* cu punctul *D* și semidreapta care pleacă din punctul *C* și trece prin punctul *D* este *perpendiculară* pe dreapta dată *L* în punctul dat *C*.

B. ÎMPĂRȚIREA UNUI SEGMENT DE DREAPTĂ

1) **Împărțirea unui segment de dreaptă în două părți de aceeași lungime** se face ca în figura 2.4.

Se dă: *segmentul AB.*

Se cere: *să se împartă în două părți de aceeași lungime cu ajutorul compasului.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctele *A* și *B* și cu o deschidere mai mare ca jumătatea segmentului *AB* se descriu de o parte și de alta a segmentului cîte două arce de cerc, care se intersectează în punctele *C* și *D*.

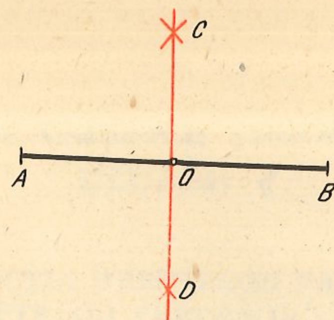


Fig. 2.4

● Se unește punctul C cu punctul D și se observă că acest segment intersectează segmentul AB în punctul O, care este jumătatea segmentului dat AB. Dreapta CD este *mediatoarea* segmentului AB.

2) **Împărțirea unui segment de dreaptă într-un număr oarecare de părți de aceeași lungime** se face ca în figura 2.5.

Se dă: *segmentul CD.*

Se cere: *să se împartă în 6 părți de aceeași lungime.*

Procedeu.

● Printr-una din extremitățile segmentului, de exemplu prin C, se trasează o semidreaptă CM, cu o înclinație oarecare.

● Pe această semidreaptă se trasează cu compasul sau se măsoară începînd din punctul C, un număr de 6 diviziuni egale între ele și se notează cu cifre de la 1...6 (lungimea diviziunii este aleasă arbitrar).

● Se unește punctul *6* cu extremitatea D a segmentului dat.

● Prin punctele *5...1* se trasează segmente paralele la segmentul $6D$ care se prelungesc pînă intersectează segmentul CD în punctele $5'...1'$, de împărțire a segmentului CD în șase părți de aceeași lungime.

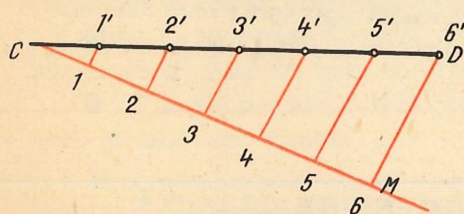


Fig. 2.5

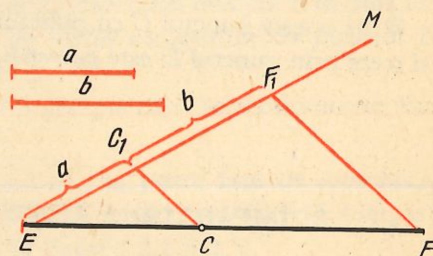


Fig. 2.6

3) **Împărțirea unui segment de dreaptă în părți proporționale cu două segmente date** se face ca în figura 2.6.

Se dau: *segmentul EF și segmentele a și b.*

Se cere: *să se împartă segmentul EF în două părți proporționale cu segmentele a și b.*

Procedeu.

● Printr-una din extremitățile segmentului, de exemplu prin E, se trasează o semidreaptă EM, cu o înclinație oarecare.

● Pe semidreapta EM se măsoară, începînd din punctul E segmentele a și b obținîndu-se la extremitățile lor punctele C_1 și F_1.

● Se unește punctul F_1 cu F și prin punctul C_1 se trasează o paralelă la segmentul F_1F care intersectează segmentul EF în punctul C. Segmentele EC și CF sînt proporționale cu segmentele a și respectiv b.

C. CONSTRUCȚIA ȘI ÎMPĂRȚIREA UNGHIURILOR

1) **Construcția grafică a unui unghi de aceeași mărime cu un unghi dat** se face ca în figura 2.7.

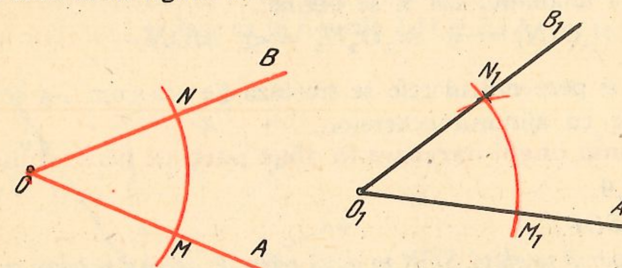


Fig. 2.7

Se dă: *unghiul AOB.*

Se cere: *să se construiască un unghi de aceeași mărime cu unghiul AOB cu ajutorul compasului și riglei.*

Procedeu.

● Se trasează o semidreaptă O_1A_1.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează laturile unghiului AOB în punctele N și M.

● Cu aceeași deschidere a compasului și cu vîrful în punctul O_1 al semidreptei trasate, se trasează un arc de cerc care intersectează semidreapta în punctul M_1.

● Cu vîrful compasului în M_1 și cu deschiderea MN se intersectează arcul de cerc în punctul N_1.

● Se unește punctul O_1 cu punctul N_1 și se obține unghiul $A_1O_1B_1$ care este de aceeași mărime cu unghiul AOB dat.

2) **Construcția unui unghi oarecare de aceeași mărime cu un unghi dat** se mai poate face **prin metoda laturilor paralele sau perpendiculare,** ca în figura 2.8.

Se dau: *unghiul MON și poziția vîrfurilor O_1 și O_2 ale unghiurilor care urmează să se construiască.*

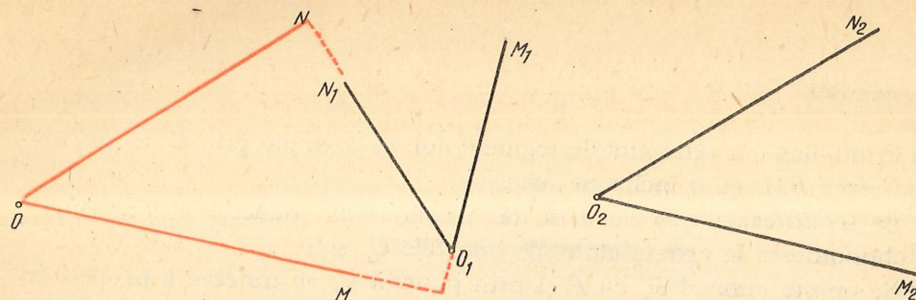


Fig. 2.8

Se cere: *să se construiască două unghiuri de aceeași mărime cu unghiul MON dat (unghiul $M_2O_2N_2$ — prin laturi paralele și unghiul $M_1O_1N_1$ — prin laturi perpendiculare.*

Procedeu.

● Prin punctul O_1 se trasează perpendiculara O_1M_1 pe latura OM a unghiului dat și perpendiculara O_1N_1 pe latura ON.

● Prin punctul O_2 se trasează paralela O_2M_2 cu latura OM și paralela O_2N_2 cu latura ON a unghiului dat și se obține:

$$\sphericalangle M_1O_1N_1 = \sphericalangle M_2O_2N_2 = \sphericalangle MON.$$

Notă. Paralelele și perpendicularele se trasează fie așa cum s-a arătat în figurile 2.1 și 2.2, fie cu ajutorul echerelor.

3) **Împărțirea unui unghi oarecare în două părți de aceeași mărime** se face ca în figura 2.9.

Se dă: *unghiul SOR.*

Se cere: *să se împartă unghiul SOR în două părți de aceeași mărime cu ajutorul compasului și riglei.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează laturile unghiului SOR în punctele U și V.

● Cu vîrful compasului în punctele U și V și cu o deschidere mai mare ca jumătatea distanței UV se descriu două arce de cerc care se intersectează în punctul C.

● Se unește punctul O cu punctul C cu semidreapta OC, care împarte unghiul SOR în două unghiuri de aceeași mărime și care se numește *bisectoarea unghiului.*

4) **Împărțirea unui unghi drept în trei părți de aceeași mărime** se face ca în figura 2.10.

Se dă: *unghiul drept POR.*

Se cere: *să se împartă unghiul POR în trei părți de aceeași mărime cu ajutorul compasului.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează laturile unghiului în punctele E și F.

● Cu vîrful compasului succesiv în punctele E și F și cu aceeași deschidere se descriu două arce de cerc care intersectează arcul EF în punctele C și respectiv D.

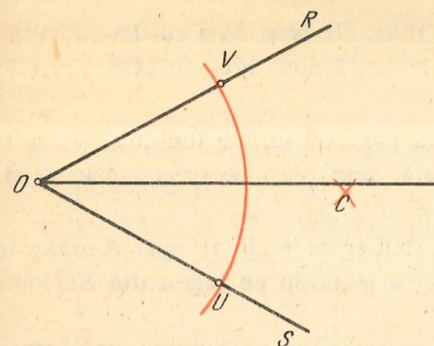


Fig. 2.9

Fig. 2.10

● Se unește punctul O cu punctele C și D. Semidreptele OC și OD împart unghiul drept POR în trei unghiuri de aceeași mărime.

5) **Împărțirea unui unghi oarecare într-un număr de părți, de aceeași mărime,** se face ca în figurile 2.11 și 2.12.

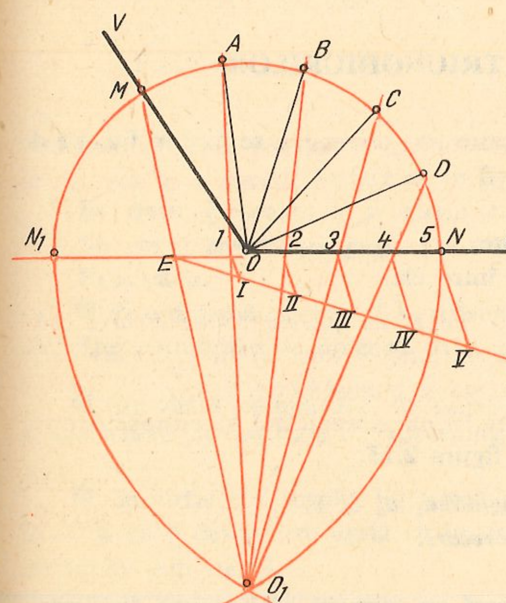


Fig. 2.11

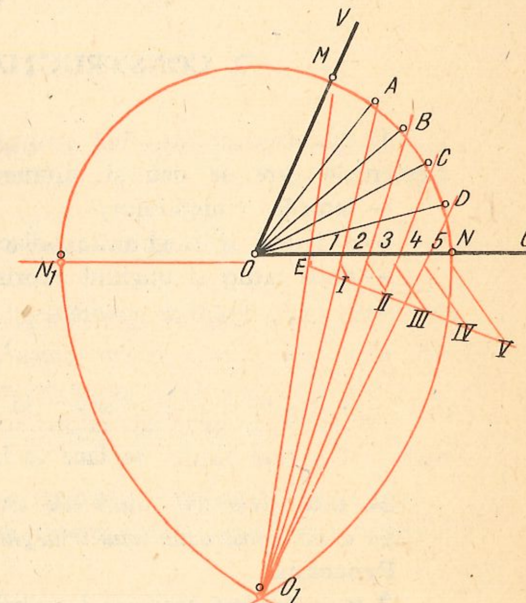


Fig. 2.12

Se dau: *două unghiuri notate UOV (unul obtuz și unul ascuțit).*

Se cere: *să se împartă în cîte cinci părți de aceeași mărime.*

Procedeu.

● Se prelungește latura UO ca pentru construirea unghiului suplementar.

● Cu vîrful compasului în vîrful unghiului O și cu o deschidere oarecare se trasează un semicerc care intersectează laturile unghiului în punctele N și M, iar prelungirea laturii UO în punctul N_1.

● Cu vîrful compasului succesiv în punctele N și N_1 și cu deschiderea cît diametrul semicercului trasat anterior se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul O_1.

● Se împarte segmentul EN în atîtea părți de aceeași lungime în cîte trebuie să se împartă unghiul (în cazul de față, cinci părți de aceeași mărime și se obțin segmentul EN punctele *1, 2, 3, 4 și 5*.

● Se împarte segmentul EN în atîtea părți egale în cîte trebuie să se împartă unghiul (în cazul de față, cinci părți egale) și se obțin pe segmentul EN punctele *1, 2, 3, 4 și 5*.

● Se unește punctul O_1 cu aceste puncte și se prelungesc semidreptele pînă intersectează semicercul în punctele A, B, C și D.

● Se unesc aceste puncte cu vîrful unghiului O și se obțin cinci unghiuri egale astfel:

$$\sphericalangle MOA = \sphericalangle AOB = \sphericalangle BOC = \sphericalangle COD = \sphericalangle DON$$

Notă. Se observă că atît la unghiul obtuz, cît și la unghiul ascuțit, procedeul este același.

D. CONSTRUCȚIA TRIUNGHIURILOR

1) **Construcția grafică a unui triunghi oarecare** se face în funcție de elementele care se dau și anume:
— laturile triunghiului;
— o latură și unghiurile adiacente;
— două laturi și unghiul cuprins între ele.

Construcția unui triunghi este posibilă dacă este îndeplinită următoarea condiție între laturile triunghiului: suma a două laturi trebuie să fie mai mare decît cea de-a treia latură (condiția de existență a triunghiului).

Construcția grafică a unui triunghi oarecare cînd se cunosc lungimile celor trei laturi se face ca în figura 2.13.

Se dau: *cele trei laturi ale triunghiului, a, b, c.*
Se cere: *construcția unui triunghi oarecare.*
Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se măsoară un segment egal cu una din laturi, de exemplu: latura a, ale cărei extremități se notează cu C și B.

● Cu vîrful compasului în punctul C și cu o deschidere cît latura b și apoi în punctul B și cu o deschidere cît latura c se descriu două arce de cerc, care se intersectează în punctul A.

● Se unește punctul A cu punctele B și C și se obține triunghiul ABC ale cărui laturi sînt laturile date.

Construcția grafică a unui triunghi oarecare în celelalte două situații arătate la începutul punctului *1* se face în mod similar, cu precizarea că trebuie construite și unghiurile date. În cazul cînd unghiurile sînt date grafic, construcția lor se

face ca în figurile 2.7, 2.8 sau 2.9, iar în cazul cînd mărimea unghiurilor este dată în grade, construcția lor se face cu raportorul.

2) **Construcția grafică a triunghiului dreptunghic** se rezolvă în funcție de elementele care se dau, și anume:
— ipotenuza și o catetă;
— ipotenuza și un unghi ascuțit;
— cele două catete.

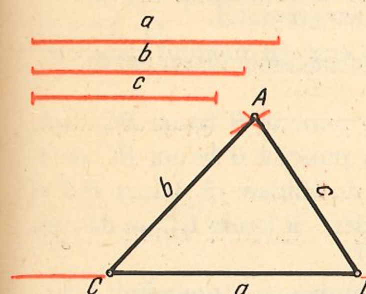


Fig. 2.13

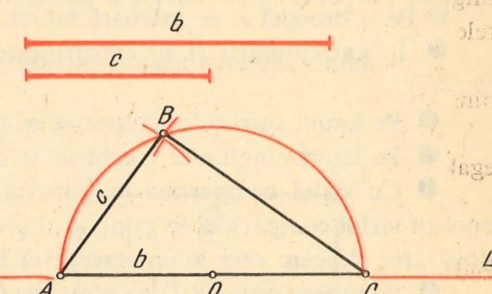


Fig. 2.14

Construcția grafică a unui triunghi dreptunghic cînd se cunoaște ipotenuza și o catetă se face ca în figura 2.14.

Se dau: *ipotenuza b și cateta c.*
Se cere: *construcția grafică a unui triunghi dreptunghic.*
Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se măsoară un segment cît mărimea ipotenuzei b, ale cărei extremități se notează cu A și C.

● Cu vîrful compasului în punctul O (jumătatea ipotenuzei AC) și cu o deschidere cît jumătate din ipotenuză se trasează un semicerc.

● Cu vîrful compasului într-una din extremitățile ipotenuzei (de exemplu în A) și cu o deschidere egală cu lungimea catetei date se intersectează semicercul în punctul B.

● Se unesc punctele A cu B și C cu B și se obține triunghiul dreptunghic cerut.

Construcția grafică a unui triunghi dreptunghic în celelalte două situații se face în mod similar, cu precizarea că trebuie construite și unghiurile date.

Este recomandabil ca la construcția grafică a triunghiurilor dreptunghice să se folosească una dintre proprietățile triunghiurilor înscrise în cerc și anume: la toate triunghiurile înscrise în cerc, care au una din laturi de aceeași lungime cu diametrul cercului în care este înscris, unghiul opus acestei laturi este de 90°. Aceasta — pentru că un arc de cerc cuprins între laturile unui unghi cu vîrful pe cerc măsoară un număr de grade de două ori mai mare decît unghiul.

E. CONSTRUCȚIA PATRULATERELOR

1) **Construcția grafică a paralelogramelor** se face așa cum este arătat în figura 2.15.

Se dau: *latura BC, latura BA și unghiul ABC cuprins între ele.*

Se cere: *construcția grafică a paralelogramului.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă L se măsoară latura BA a paralelogramului.

● În extremitatea B se construiește un unghi egal cu unghiul dat (vezi fig. 2.7).

● Pe latura unghiului construit se măsoară din punctul B latura BC dată.

● Pe latura unghiului construit se măsoară din punctul B latura BC dată.

● Cu vîrful compasului în punctul C și cu o deschidere cît latura BA și apoi cu vîrful compasului în punctul A și cu o deschidere cît latura BC, se descriu două arce de cerc care se intersectează în punctul D.

● Se unește punctul D cu punctele C și A și se obține paralelogramul cerut.

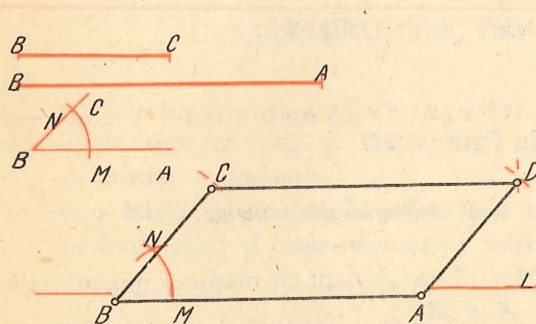


Fig. 2.15

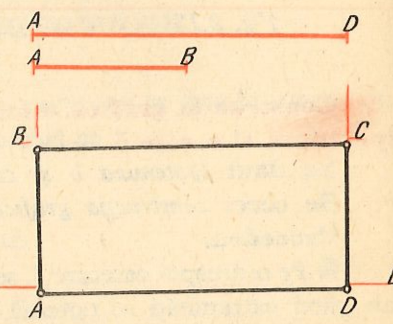


Fig. 2.16

2) **Construcția grafică a dreptunghiului** se face ca în figura 2.16.

Se dau: *laturile AD și AB.*

Se cere: *construcția grafică a dreptunghiului.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se măsoară una din laturile dreptunghiului (de exemplu latura AD).

● În punctele A și D se construiește cîte o perpendiculară ca în figura 2.3.

● Cu vîrful compasului în punctele A și D și cu o deschidere cît latura AB se intersectează perpendicularele trasate în punctele B și C.

● Se unesc punctele B cu C și se obține dreptunghiul dorit.

3) **Construcția grafică a trapezului isoscel** se face ca în figura 2.17.

Se dau: *baza mare CF, baza mică DE și înălțimea GE.*

Se cere: *construcția grafică a unui trapez isoscel.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se măsoară baza mare CF peste care se suprapune baza mică DE (segmentul CN).

● Pe mijlocul G al segmentului NF se trasează o perpendiculară.

● Pe această perpendiculară se măsoară din punctul G înălțimea GE pînă în punctul E.

● Prin punctul E se trasează o paralelă la dreapta L, respectiv la segmentul CF.

● Din punctul E se măsoară pe această paralelă baza mică DE pînă în punctul D.

● Se unesc punctele $CDEF$ și se obține trapezul isoscel căutat.

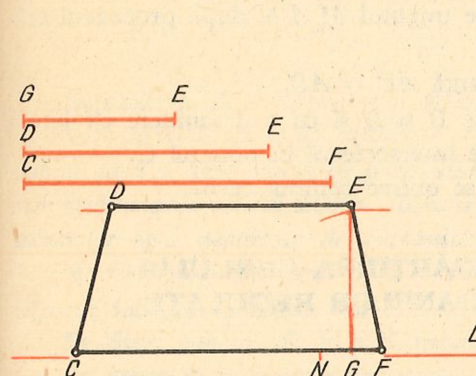


Fig. 2.17

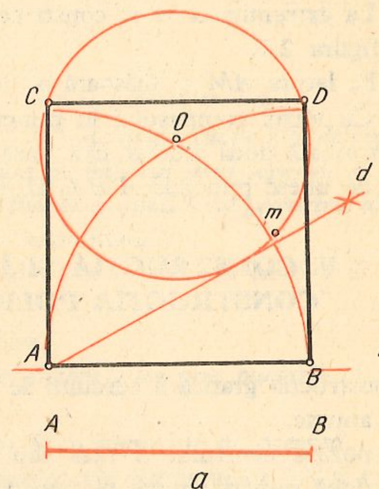


Fig. 2.18

4) **Construcția grafică a pătratului** se face ca în figura 2.18.

Se dă: *latura AB a pătratului.*

Se cere: *construcția grafică a pătratului.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se măsoară latura dată AB.

● Cu vîrful compasului în punctele A și B și cu o deschidere cît latura AB se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul O.

● Se determină jumătatea arcului de cerc OB care se notează cu m.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere egală cu distanța Om se trasează un cerc care va intersecta arcele trasate din punctele A și B în punctele C și D.

● Se unesc punctele $A\ B\ C\ D$ și se obține pătratul cerut.

5) **Construcția grafică a rombului** se face ca în figura 2.19.

Se dau: *latura AB și unghiul ascuțit MAN.*

Se cere: *construcția grafică a rombului.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă L se măsoară latura dată AB.

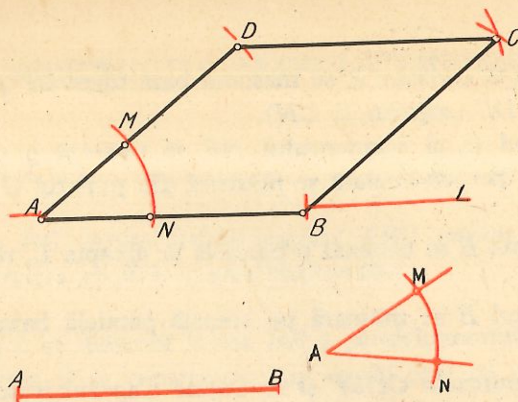


Fig. 2.19

● La extremitatea A se construiește unghiul $M\,A\,N$ după procedeul arătat în figura 2.7.

● Pe latura AM se măsoară o distanță $AD = AB$.

● Cu vîrful compasului în punctele B și D și cu o deschidere cît latura AB se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul C.

● Se unesc punctele $A\;B\;C\;D$ și se obține rombul cerut.

F. CONSTRUCȚIA ȘI ÎMPĂRȚIREA CERCULUI. CONSTRUCȚIA POLIGOANELOR REGULATE

Construcția grafică a cercului se rezolvă în funcție de elementele care se dau, și anume:

— poziția centrului și raza sau diametrul cercului;

— două puncte situate pe cerc și raza cercului;

— trei puncte situate pe cerc;

1) **Construcția grafică a cercului care să treacă prin două puncte date** se face ca în figura 2.20.

Se dau: *punctele M și N.*

Se cere: *construcția grafică a cercului ce trece prin punctele M și N.*

Procedeu.

● Se unesc cele două puncte cu un segment de dreaptă.

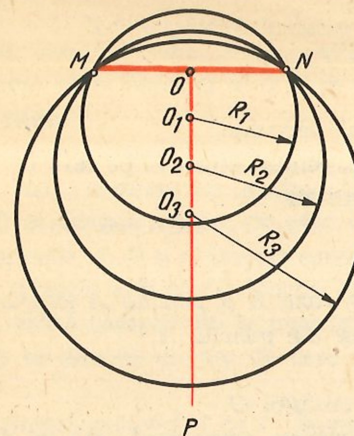
● Pe mijlocul O al segmentului MN se trasează o perpendiculară în direcția în care dorim să se găsească centrul cercului (semidreapta OP).

● Se marchează pe această perpendiculară un punct O_1 la o distanță oarecare de segmentul MN.

● Cu vîrful compasului în punctul O_1 și cu o deschidere O_1M se descrie un cerc care va trece și prin punctul N. Dacă se iau pe semidreapta OP alte puncte alese arbitrar O_2, O_3 etc., și cu deschiderea compasului O_2M, O_3M etc., vom descrie alte cercuri care îndeplinesc condiția de a trece prin cele două puncte M și N.

● **Observație.** Evident, condiția impusă este satisfăcută în primul rînd de cercul care are centrul chiar în punctul O, deci pentru care MN este diametru.

Fig. 2.20



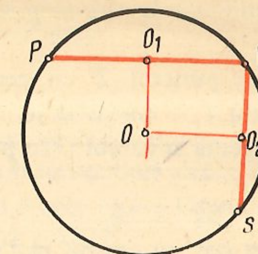


Fig. 2.21

Se observă că ***problema de a construi un cerc care să treacă prin două puncte date este posibilă, dar are o infinitate de soluții.*** *Această situație este de fapt explicabilă dacă se ține seama că perpendiculara pe mijlocul unui segment de dreaptă este mediatoarea acestui segment, care se definește ca fiind locul geometric al tuturor punctelor egal depărtate de extremitățile segmentului.*

2) **Construcția grafică a cercului care să treacă prin trei puncte date** se face ca în figura 2.21.

Se dau: *punctele P, R și S, necoliniare.*

Se cere: *să se construiască grafic cercul care trece prin punctele P, R și S.*

Procedeu.

● Se unesc punctele P cu R și R cu S cu segmente de dreaptă.

● Din punctele O_1 și O_2 care sînt mijloacele segmentelor PR și respectiv RS se trasează cîte o perpendiculară (mediatoarea fiecărui segment), care se intersectează în punctul O.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere $OP = OR = OS$ se trasează cercul cerut.

Se observă că, în cazul cînd se dau trei puncte, soluția de construcție a cercului este unică.

3) **Construcția grafică a tangentei la cerc într-un punct dat pe cerc** (fig. 2.22).

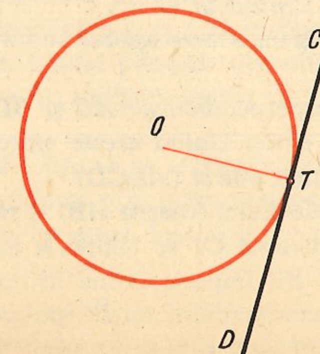


Fig. 2.22

Se dau: *un cerc cu centrul în O și punctul de tangență T.*

Se cere: *tangenta la cerc în punctul T.*

Procedeu.

● Se unește punctul T cu centrul cercului.

● În punctul T se construiește o perpendiculară CD pe raza OT. Perpendiculara este tangentă la cercul O în punctul dat T.

4) **Construcția grafică a tangentelor la un cerc duse dintr-un punct exterior** (fig. 2.23).

Se dau: *un cerc cu centrul în O, de rază R și punctul A exterior cercului.*

Se cer: *tangentele la cerc care pornesc din punctul A.*

Procedeu.

● Se unește punctul A cu centrul cercului O.

● Prin metoda mediatoarelor, se împarte segmentul AO în două părți egale ($\overline{AO_1} = \overline{O_1O}$).

● Din punctul O_1 ca centru cu raza O_1A, se descrie un cerc care va tăia cercul cu centrul în O în două puncte B și C, care sînt punctele de tangență. Se unește punctul A cu B și cu C și se obțin cele două tangente ale cercului dat.

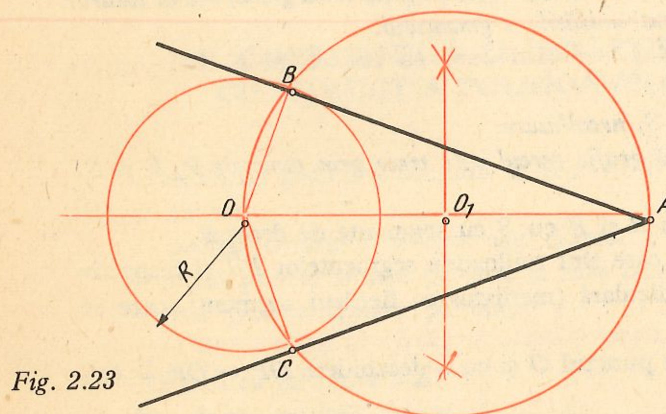


Fig. 2.23

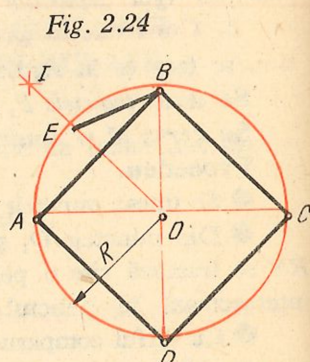


Fig. 2.24

5) **Împărțirea cercului în 4 și în 8 arce egale** se face ca în figura 2.24.

Se dă: *cercul de rază R cu centrul în O.*

Se cere: *să se împartă în 4 și în 8 arce egale.*

Procedeu.

● Se trasează două diametre perpendiculare AC și BD, ale căror extremități împart cercul în patru arce egale. Unind aceste extremități se obține un poligon regulat înscris în cerc numit *pătrat* ($ABCD$).

● Se împarte latura AB a pătratului (coarda AB) și respectiv arcul AB în două părți egale și trasînd semidreapta OI se obține, la intersecția acesteia cu arcul AB, punctul E. Segmentul EB împarte cercul în opt arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea segmentului EB pe cerc se obține un poligon regulat cu 8 laturi înscris în cerc, numit *octogon*.

6) **Împărțirea cercului în 3 și în 6 arce egale** se face ca în figura 2.25.

Se dă: *cercul de rază R cu centrul în O.*

Se cere: *să se împartă în 3 si în 6 arce egale.*

Procedeu.

● Se trasează un diametru oarecare AD.

● Cu vîrful compasului în punctul D și cu o deschidere egală cu raza cercului (DO) se descrie un arc de cerc care intersectează cercul dat în punctele B și C. Punctele A, B și C împart cercul în 3 arce egale. Unind aceste puncte se obține un *triunghi echilateral* înscris în cerc (ABC).

● Cu vîrful compasului în punctul A și cu o deschidere egală cu raza cercului (AO) se descrie un arc de cerc care intersectează cercul dat în punctele E și F.

● Se unește punctul A cu F. Segmentul AF împarte cercul în 6 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea segmentului AF pe cerc se obține un poligon regulat cu 6 laturi înscris în cerc, numit *hexagon*.

7) **Împărțirea cercului în 5 și în 10 arce egale** se face ca în figura 2.26.

Se dă: *cercul de rază R cu centrul în O.*

Se cere: *să se împartă în 5 și în 10 arce egale.*

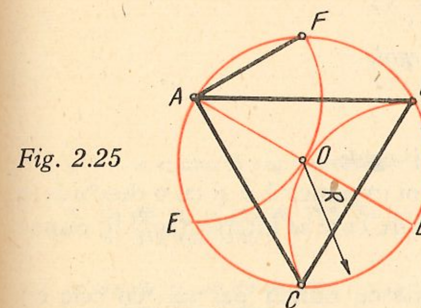


Fig. 2.25

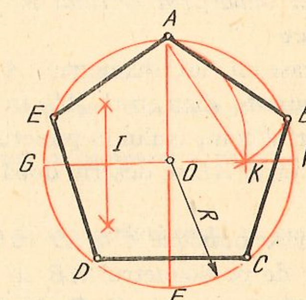


Fig. 2.26

Procedeu.

● Se trasează două diametre perpendiculare AF și GH.

● Se determină punctul I care este mijlocul razei GO.

● Cu vîrful compasului în punctul I și cu deschiderea IA se trasează un arc de cerc care intersectează raza OH în punctul K. Segmentul AK împarte cercul în 5 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea acestui segment pe cerc se obține un poligon regulat cu 5 laturi înscris în cerc, numit *pentagon* ($ABCDE$).

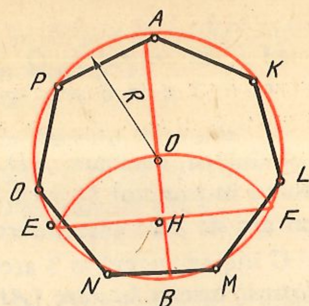
● Segmentul OK obținut pe aceeași figură împarte cercul în 10 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea pe cerc a segmentului OK se obține un poligon regulat cu 10 laturi, înscris în cerc, numit *decagon*.

8) **Împărțirea cercului în 7 arce egale** se face ca în figura 2.27.

Se dă: *cercul de rază R cu centrul în O.*

Se cere: *să se împartă acest cerc în 7 arce egale.*

Fig. 2.27



Procedeu.

● Se trasează diametrul *AB*.

● Cu vîrful compasului în punctul *B* și cu o deschidere egală cu raza cercului *(OB)* se descrie un arc de cerc care intersectează cercul în punctele *E* și *F*.

● Se unesc punctele *E* și *F* și la intersecția acestui segment cu raza *OB* se obține punctul *H*. Segmentul *EH* împarte cercul în 7 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea pe cerc a segmentului *EH* se obține un poligon regulat, înscris în cerc, numit *septagon (AKLMNOP)*.

9) **Împărțirea unui cerc într-un număr oarecare de arce egale** se face ca în figura 2.28.

Se dă: *cercul de rază R cu centrul în O.*

Se cere: *împărțirea cercului în 11 arce egale.*

Procedeu.

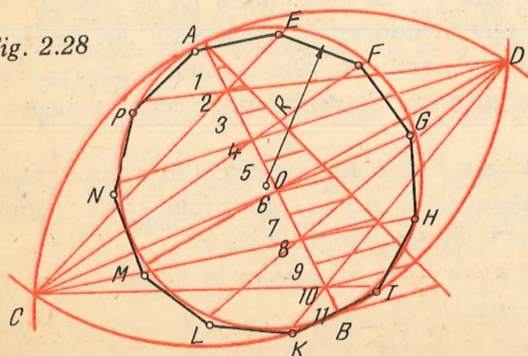
● Se trasează un diametru *AB*.

● Se împarte diametrul *AB* în 11 părți egale.

● Cu vîrful compasului în punctul *A* și apoi în punctul *B* și cu o deschidere egală cu diametrul *AB* se descriu două arce de cerc care se intersectează în punctele *C* și *D*.

● Se unesc punctele *C* și *D* cu diviziunile cu număr par sau cu cele cu număr impar de pe diametrul *AB* cu semidrepte care se prelungesc pînă intersectează cercul în punctele *E, F...N, P*. Aceste puncte împart cercul în 11 arce egale. Unind aceste puncte se obține un poligon regulat cu 11 laturi înscris în cerc *(AEFGHIKLMNP)*.

Fig. 2.28



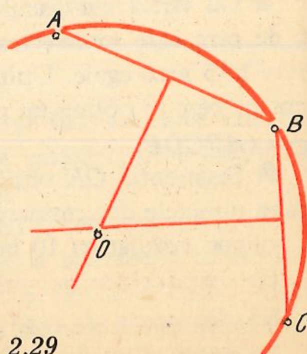


Fig. 2.29

10) **Determinarea centrului unui cerc sau al unui arc de cerc** se face ca în figura 2.29.

Se dă: *un arc de cerc oarecare al cărui centru nu se cunoaște.*

Se cere: *aflarea centrului arcului de cerc pe cale grafică.*

Procedeu.

● Se aleg pe cerc trei puncte *A, B* și *C* la distanțe oarecare.

● Se unesc cele trei puncte cu cîte un segment de dreaptă (coardele *AB* și *BC*).

● Se construiește cîte o perpendiculară pe mijlocul fiecărei coarde (mediatoare) la intersecția cărora se obține punctul *O* care este centrul arcului de cerc dat.

G. PROBLEME

1. Să se împartă segmentul de dreaptă *AB* de 7,5 cm în nouă segmente egale.

2. Se dă un unghi de 75°. Să se construiască cu compasul și rigla un unghi egal cu unghiul dat.

3. Se dă un unghi de 83°. Să se împartă în două unghiuri egale, cu ajutorul compasului și riglei.

4. Se dă un unghi de 133° și se cere să se împartă în șapte părți egale, folosind rigla și compasul.

5. Se dă un unghi de 77° și se cere să fie împărțit în 8 părți egale, folosind rigla și compasul.

6. Să se construiască un triunghi oarecare cunoscîndu-se cele trei laturi ale sale *AB*=4 cm, *BC*=5 cm și *CA*=7 cm.

7. Să se construiască un triunghi oarecare cunoscîndu-se una din laturi *AB*=6 cm și cele două unghiuri adiacente *A*=25° și *B*=48°.

8. Să se construiască un triunghi dreptunghic, cunoscîndu-se ipotenuza *AC*=7 cm și cateta *AB*=5 cm.

9. Să se construiască un hexagon regulat înscris într-un cerc cu raza de 2 cm.

10. Să se construiască un pentagon regulat înscris într-un cerc cu raza de 2,5 cm.

11. Să se construiască un poligon regulat cu nouă laturi, înscris într-un cerc cu raza de 3 cm.

3

RACORDĂRI

Prin **racordare** *se înțelege trecerea lină de la o dreaptă la altă dreaptă, de la un arc de cerc la alt arc de cerc sau de la o dreaptă la un arc de cerc, trecere care se realizează cu ajutorul arcelor de cerc.*

Racordările se bazează pe proprietatea pe care o are o tangentă comună la două cercuri tangente, și anume: *tangenta este perpendiculară pe razele celor două cercuri în punctul de contact, respectiv pe dreapta care unește centrele celor două cercuri.*

Pe baza acestei proprietăți rezultă următoarele două **reguli:**

— *la racordarea unei drepte cu un arc de cerc, punctul de racordare (a) se găsește la intersecția perpendicularei trasate din centrul cercului pe dreapta respectivă* (fig. 3.1);

— *la racordarea a două cercuri sau arce de cerc, punctul de racordare (a) se găsește pe dreapta care unește centrele celor două cercuri* (fig. 3.2).

Elementele unei racordări, arătate în figura 3.3, sînt următoarele:

— *centrul de racordare* este centrul arcului de racordare;

— *punctul de racordare* este punctul de contact între elementele care se racordează;

— *arcul de racordare* este arcul de cerc cu care se face racordarea.

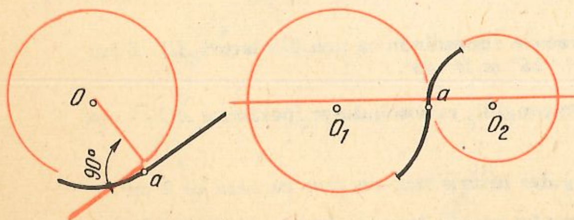


Fig. 3.1

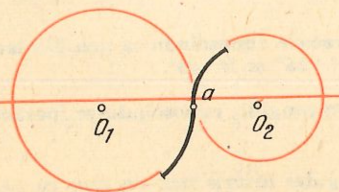


Fig. 3.2

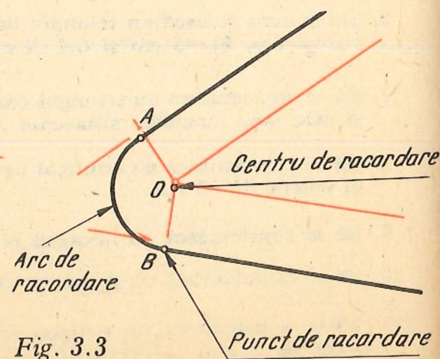


Fig. 3.3

1) **Racordarea a două drepte cu un arc de cerc de rază dată** se face ca în figura 3.4.

Se dau: *dreptele L_1, L_2 și raza cercului de racordare R.*

Se cere: *să se racordeze cele două drepte cu un arc de racordare de rază R.*

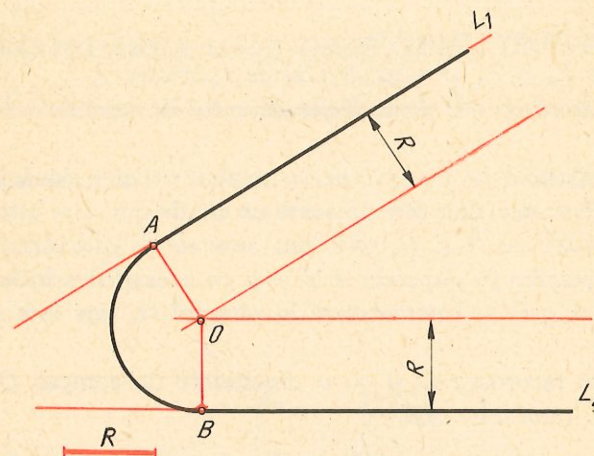


Fig. 3.4

Procedeu.

● Se trasează cîte o dreaptă paralelă la fiecare din cele două drepte date la distanța *R*, la intersecția cărora se găsește centrul de racordare *O*.

● Din centrul de racordare *O* se trasează cîte o perpendiculară pe cele două drepte pe care le intersectează în punctele *A* și *B* și care sînt *punctele de racordare.*

● Cu vîrful compasului în centrul de racordare *O* și cu o deschidere *OA* = *OB* se trasează *arcul de racordare AB.*

2) **Racordarea a două drepte folosind metoda bisectoarei** se face ca în figura 3.5.

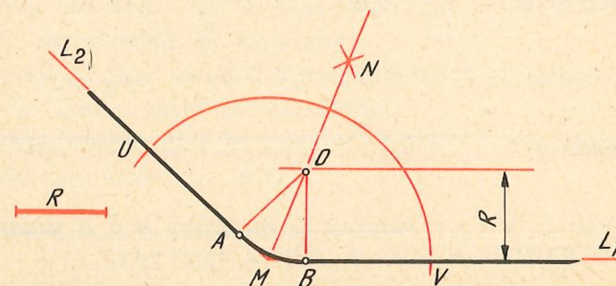


Fig. 3.5

Se dau: *dreptele L_1, L_2 și raza cercului de racordare R.*

Se cere: *racordarea celor două drepte prin metoda bisectoarei.*

Procedeu.

● Se împarte unghiul format de cele două drepte în două părți de aceeași mărime, ca în fig. 2.9., și se trasează bisectoarea unghiului.

● Se trasează o dreaptă paralelă cu dreapta L_1, la distanța R, care intersectează bisectoarea unghiului în punctul O, care este *centrul cercului de racordare.*

● Se trasează din punctul O cîte o perpendiculară pe cele două drepte date și se obțin punctele A și B care sînt *punctele de racordare.*

● Din centrul de racordare O și cu deschiderea compasului $OA = OB$ se trasează arcul de racordare AB.

3) **Racordarea a două drepte perpendiculare cu un arc de cerc de rază dată** se face ca în figura 3.6.

Se dau: *dreptele L_1 și L_2 și raza arcului de racordare R.*

Se cere: *să se racordeze cele două drepte cu arcul de racordare de rază R.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctul de intersecție a celor două drepte M și cu o deschidere egală cu raza dată R se trasează un arc de cerc care intersectează cele două drepte în punctele A și B, care sînt *punctele de racordare.*

● Cu vîrful compasului în punctele A și B și cu aceeași deschidere se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul O, care este *centrul de racordare.*

● Din centrul de racordare O și cu o deschidere de compas $OA = OB$ se trasează *arcul de racordare AB.*

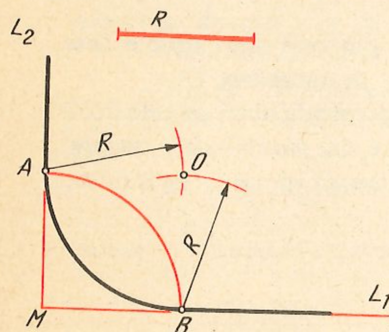


Fig. 3.6

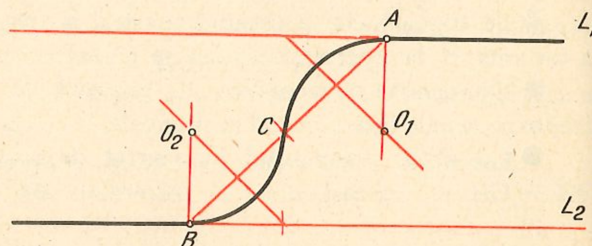


Fig. 3.7

4) **Racordarea a două drepte paralele, punctele de racordare fiind date,**

Se dau: *dreptele L_1 și L_2 și punctele de racordare A și B situate fiecare pe cîte o dreaptă.*

Se cere: *să se racordeze cele două drepte.*

Procedeu.

● Se unesc punctele de racordare date cu un segment de dreaptă *(AB).*

● Se împarte segmentul AB în două segmente egale $CA = CB$.

● Se trasează cîte o perpendiculară la jumătatea fiecărui segment, în sens invers.

● Se trasează cîte o perpendiculară din cele două puncte *(A și B)* în așa fel ca fiecare să intersecteze cîte una din cele două perpendiculare trasate anterior, obținîndu-se punctele O_1 și O_2, care sînt *centrele de racordare.*

● Cu vîrful compasului în punctele O_1 și O_2 și cu deschiderea $O_1A = O_1C = O_2B = O_2C$ se trasează cele două *arce de racordare CA și CB.*

B. RACORDAREA UNEI DREPTE CU UN ARC DE CERC

1) **Racordarea unei drepte cu un cerc de rază dată** se face ca în figura 3.8.

Se dau: *dreapta D și cercul cu centrul în O_1, de rază R_1.*

Se cere: *să se racordeze dreapta A și cercul cu centrul în O_1 cu arcul de racordare de rază R.*

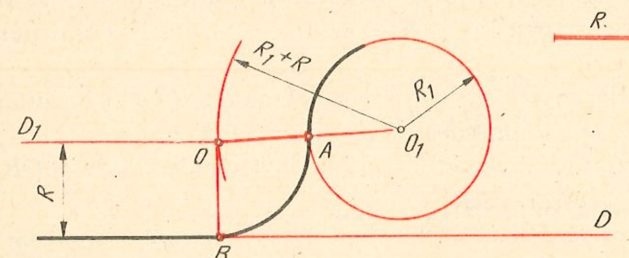


Fig. 3.8

Procedeu.

● Se trasează o dreaptă D_1 paralelă cu dreapta D, la o distanță egală cu R.

● Se ia în compas o dimensiune egală cu $R_1 + R$ și din centrul O_1 se trasează un arc de cerc care intersectează dreapta D_1 în punctul O, care este *centrul de racordare.*

● Se unesc punctele O cu O_1 și la intersecția cu cercul dat se obține punctul A *(unul din punctele de racordare).*

● Din punctul O se trasează o perpendiculară pe dreapta D, obținîndu-se punctul B *(al doilea punct de racordare).*

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere $OA = OB$ se trasează *arcul de racordare AB.*

C. RACORDAREA A DOUĂ CERCURI

1) **Racordarea a două cercuri cu un arc de cerc de rază dată, tangent exterior la cercurile date,** se face ca în figura 3.9.

Se dau: *cercurile cu centrele în O_1 și O_2 de raze R_1 și respectiv R_2 și raza R a arcului de cerc de racordare.*

Se cere: *racordarea celor două cercuri.*

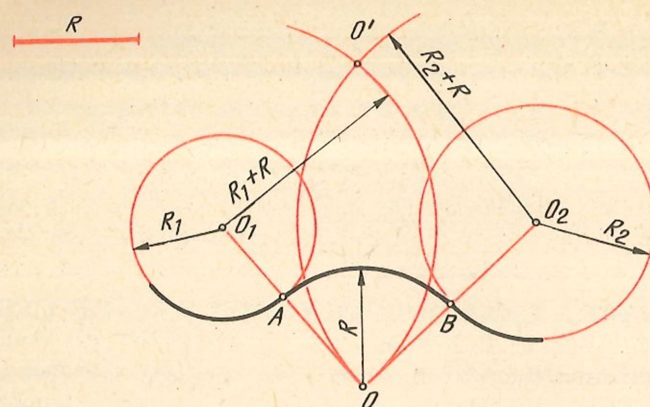


Fig. 3.9

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în centrul O_1 și cu o deschidere egală cu R_1+R se trasează un arc de cerc.

● Cu vîrful compasului în O_2 și cu o deschidere egală cu R_2+R se trasează alt arc de cerc. La intersecția celor două arce de cerc se obțin punctele O și O', care sînt *centrele de racordare.*

● Se unesc centrele O_1 și O_2 cu centrul de racordare O și la intersecția cu cele două cercuri date se obțin *punctele de racordare A și B.*

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere $OA = OB = R$ se trasează *arcul de racordare AB.*

Pentru ca rezolvarea problemei să fie posibilă este necesară o corelație între raza de racordare și distanța D dintre centrele cercurilor date și anume: $D \leq 2R + R_1 + R_2$.

2) **Racordarea a două cercuri cu un arc de cerc de rază dată, tangent interior la cercurile date,** se face ca în figura 3.10.

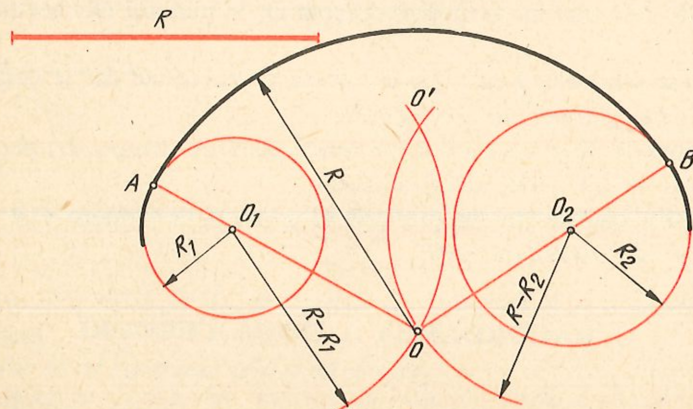


Fig. 3.10

Se dau: *cercurile cu centrele în O_1 și O_2 de raze R_1 și respectiv R_2 și raza arcului de racordare R.*

Se cere: *racordarea celor două cercuri.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în O_1 și cu o deschidere egală cu $R-R_1$ se trasează un arc de cerc.

● Cu vîrful compasului în O_2 și cu o deschidere egală cu $R-R_2$ se trasează alt arc de cerc care intersectează arcul trasat anterior în punctele O și O' care sînt *centrele de racordare.*

● Se unește punctul O cu centrele cercurilor date O_1 și O_2 și se prelungesc segmentele pînă intersectează cercurile date în punctele A și B, care sînt *punctele de racordare.*

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere $OA = OB = R$ se trasează *arcul de racordare AB.*

Pentru ca rezolvarea problemei să fie posibilă este necesară o corelație între raza de racordare și distanța D dintre centrele cercurilor date și anume: $D \leq 2R - R_1 - R_2$.

D. PROBLEME

Să se deseneze cu rigla și compasul, respectîndu-se regulile stabilite la racordări, piesele din figurile 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, dimensiunile fiind date în milimetri.

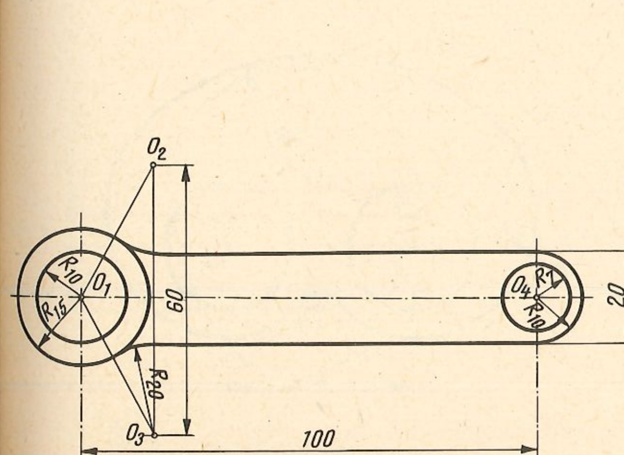


Fig. 3.11

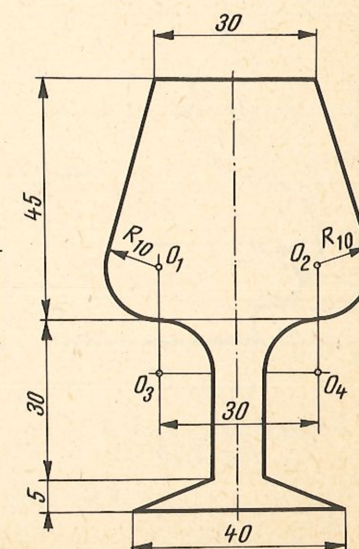


Fig. 3.12

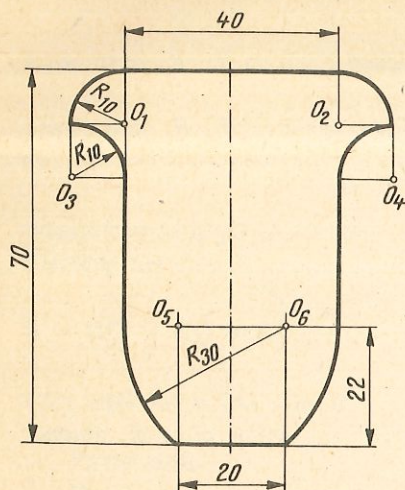


Fig. 3.13

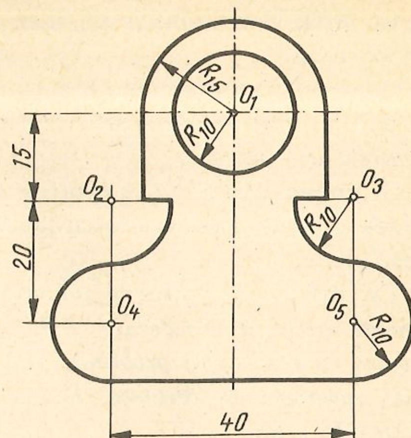


Fig. 3.14

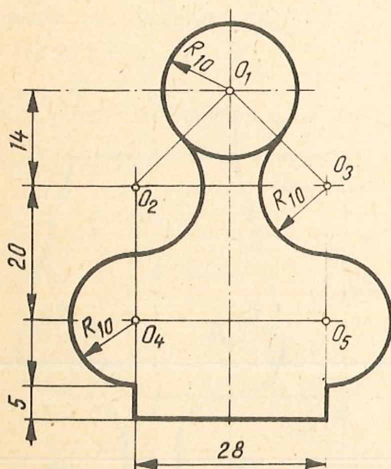


Fig. 3.15

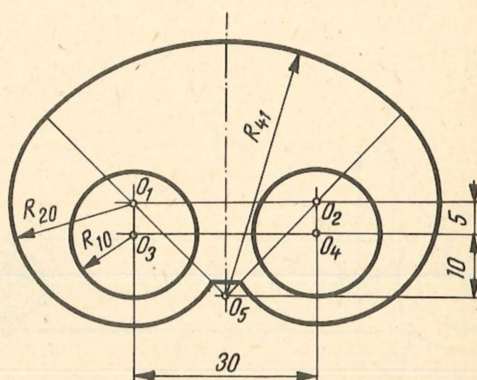


Fig. 3.16

4

CONSTRUCȚIA CURBELOR GEOMETRICE PLANE

A. CONSTRUCȚIA CURBELOR PLANE FORMATE DIN ARCE DE CERC

1) **Construcția ovoidului** se face ca în figura 4.1.

Se dă: *axa mică a ovoidului AB.*

Se cere: *construcția unui ovoid avînd axa mică AB.*

Procedeu.

● Se trasează cel de-al doilea diametru *CD* perpendicular pe diametrul *AB*.

● Se unesc punctele *A* și *B* cu punctul *D* prelungindu-se semidreptele *AD* și *BD*.

● Cu vîrful compasului în punctele *A* și *B* și cu o deschidere egală cu *AB* se trasează cîte un arc de cerc care intersectează semidreptele *AD* și *BD* în punctele *E* și *F*.

● Cu vîrful compasului în punctul *D* și cu o deschidere *DE* = *DF* se trasează arcul de cerc *FE*, care completează ovoidul.

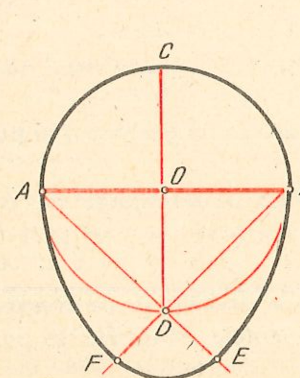


Fig. 4.1

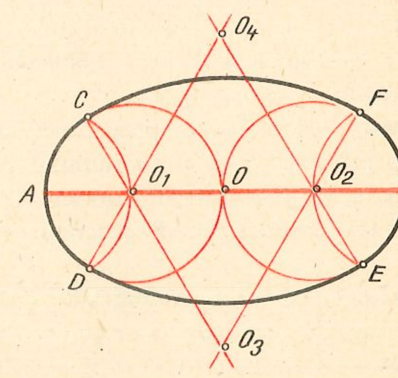


Fig. 4.2

2) **Construcția ovalului cînd se dă o axă a lui** se face ca în figura 4.2.

Se dă: *axa mare a ovalului AB.*

Se cere: *construcția unui oval avînd axa mare AB.*

Procedeu.

● Se împarte axa mare *AB* în patru părți de ceeași lungime obținîndu-se punctele O_1, O și O_2.

● Din punctele O_1 și O_2 ca centre și cu o deschidere de compas $O_1O = O_2O$ se trasează două cercuri tangente în punctul O.

● Cu vîrful compasului în punctele A și B și cu o deschidere de compas $AO_1 = BO_2$ se intersectează cercurile trasate în punctele C, D, E și F.

● Se unesc punctele astfel obținute cu centrele O_1 și O_2 prelungindu-se semidreptele pînă se intersectează în punctele O_3 și O_4.

● Cu vîrful compasului în punctele O_3 și O_4 și cu o deschidere de compas $O_3C = O_3F = O_4D = O_4E$ se racordează cele două cercuri, obținîndu-se ovalul.

3) **Construcția ovalului cînd se dau ambele axe** se face ca în figura 4.3.

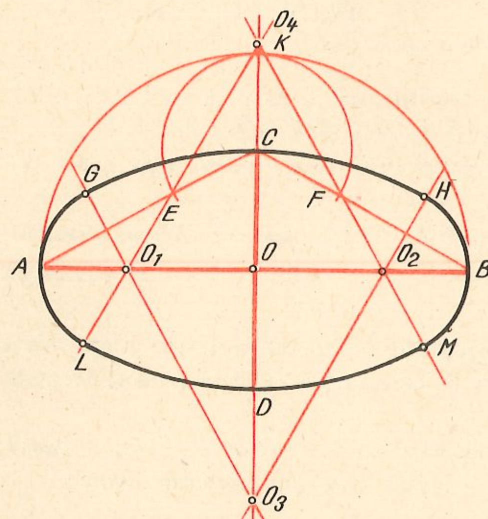


Fig. 4.3

Se dau: *cele două axe AB (axa mare) și CD (axa mică).*

Se cere: *construcția unui oval avînd axa mare AB și axa mică CD.*

Procedeu.

● Se trasează cele două axe perpendiculare care se intersectează în punctul O și se unesc punctele A și B cu punctul C.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere de compas $OA = OB$ se trasează un semicerc care intersectează prelungirea axei CD în punctul K.

● Cu vîrful compasului în punctul C și cu o deschidere de compas CK se trasează un arc de cerc care intersectează segmentele AC și BC în punctele E și respectiv F.

● Pe mijlocul segmentelor AE și BF se trasează cîte o perpendiculară care intersectează axa AB în punctele O și respectiv O_2, iar perpendicularele se intersectează în punctul O_3, pe prelungirea axei mici.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere OO_3 se determină pe segmentul OK punctul O_4.

● Se unesc punctele O_1 și O_2 cu punctul O_4, prelungindu-se cele două semidrepte în jos.

● Cu vîrful compasului în punctele O_3 și O_4 și cu o deschidere $O_3C = O_4D$ se trasează arcele de cerc GH, respectiv LM.

● Cu vîrful compasului în punctele O_1 și O_2 și cu o deschidere $O_1G = O_1L = O_2H = O_2M$ se trasează arcele de cerc GL, respectiv HM care vor trece prin punctele A și B, obținîndu-se ovalul cerut.

4) **Construcția spiralei cu două centre** se face ca în figura 4.4.

Se dau: *dreapta L și centrele O_1 și O_2. Se va ține seama că distanța între două spire (pasul spiralei) va fi de două ori mai mare decît distanța între centre.*

Se cere: *construcția spiralei cu două centre.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în centrul O_1 și cu o deschidere O_1O_2 se trasează semicercul O_2S_1.

● Cu vîrful compasului în centrul O_2 și cu o deschidere O_2S_1 se trasează semicercul S_1S_2.

● Cu vîrful compasului în centrul O_1 și cu o deschidere O_1S_2 se trasează semicercul S_2S_3 și așa mai departe, obținîndu-se spirala cu două centre.

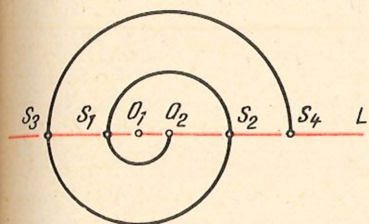


Fig. 4.4

Fig. 4.5

Fig. 4.6

5) **Construcția spiralei cu trei centre** se face ca în figura 4.5.

Se dau: *centrele O_1, O_2 și O_3* ca fiind vîrfurile unui triunghi echilateral.

Se cere: *construcția spiralei cu trei centre.*

Procedeu.

● Din cele trei vîrfuri (centre) se trasează cîte o semidreaptă.

● Cu vîrful compasului în centrul O_1 și cu o deschidere O_1O_3 se trasează arcul de cerc O_3S_1.

● Cu vîrful compasului în centrul O_2 și cu o deschidere O_2S_1 se trasează arcul de cerc S_1S_2.

● Cu vîrful compasului în centrul O_3 și cu o deschidere O_3S_2 se trasează arcul de cerc S_2S_3 și așa mai departe, obținîndu-se spirala cu trei centre.

6) **Construcția spiralei cu 4 centre** se face ca în figura 4.6.

Se dau: *centrele O_1, O_2, O_3 și O_4 ca fiind vîrfurile unui pătrat. Se va ține seama că pasul spiralei va fi de patru ori latura pătratului.*

Se cere: *construcția spiralei cu patru centre.*

Procedeu.

● Din cele patru vîrfuri (centre) se trasează cîte o semidreaptă.

● Cu vîrful compasului în centrul O_1 și cu o deschidere O_1O_4 se trasează arcul de cerc O_4S_1.

● Cu vîrful compasului în centrul O_2 și cu o deschidere O_2S_1 se trasează arcul de cerc S_1S_2.

● Cu vîrful compasului în centrul O_3 și cu o deschidere O_3S_2 se trasează arcul de cerc S_2S_3.

● Cu vîrful compasului în centrul O_4 și cu o deschidere O_4S_3 se trasează arcul de cerc S_3S_4 și așa mai departe, obținîndu-se spirala cu patru centre.

7) **Spirala lui Arhimede** este curba descrisă de către un punct care se deplasează pe un segment de dreaptă cu o viteză proporțională cu viteza de rotație a segmentului respectiv, în jurul unui capăt al său. De exemplu, segmentul OO_6 se rotește în jurul punctului O, iar acesta se deplasează pe segment în punctele $O_1O_2O_3O_4O_5O_6$ cu o viteză proporțională cu viteza de rotație. Punctul O descrie curba $OabcdeO_6$, care este *spirala lui Arhimede* (fig. 4.7).

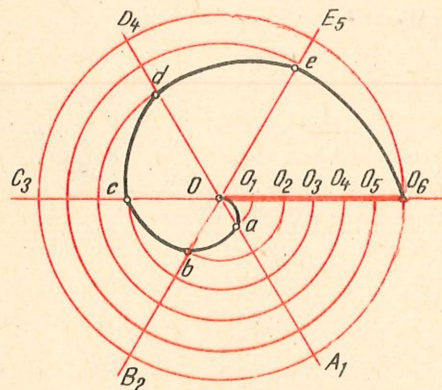


Fig. 4.7

Construcția spiralei lui Arhimede se face ca în figura 4.7.

Se dă: *segmentul* OO_6.

Se cere: *construcția spiralei lui Arhimede.*

Procedeu.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere OO_6 se trasează un cerc.

● Se împarte segmentul OO_6 (raza cercului) în șase părți egale, obținîndu-se punctele O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 și O_6.

● Cu vîrful compasului în centrul O și cu deschideri consecutive OO_1, OO_2, OO_3, OO_4, OO_5 se trasează arce de cerc care intersectează razele cu indici corespondenți în punctele a, b, c, d și e.

● Se unesc punctele $OabcdeO_6$ cu florarul și se obține spirala lui Arhimede.

B. CONSTRUCȚIA PROFILURILOR MULURILOR

Mulurile *sînt ornamente, de regulă în relief, care se folosesc pentru decorarea clădirilor, a mobilelor și uneori chiar în industrie, la turnarea unor piese ornamentale.*

Profilul mulurilor este conturul unei secțiuni drepte (determinată de un plan perpendicular pe generatoarele mulurilor) și poate fi alcătuit din linii drepte, linii curbe sau linii mixte.

În alcătuirea profilurilor mulurilor, indiferent de complexitatea lor, se folosesc în general **șase profiluri clasice,** dintre care **trei profiluri simple** *(sfertul de cerc, cavetul* și *torul)* și **trei profiluri compuse** *(scotia, dusina* și *talonul).*

1) **Construcția sfertului de cerc** se face ca în figura 4.8.

Se dă: *înălțimea profilului* $OA = a$.

Procedeu.

● Se construiește un pătrat $CAOB$, avînd latura egală cu înălțimea profilului OA.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere egală cu OA se trasează un arc de cerc între cele două vîrfuri opuse ale pătratului A și B.

● Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

2) **Construcția cavetului** se face ca în figura 4.9.

Se dă: *înălțimea profilului* $CA = a$.

Procedeu.

● Se construiește un pătrat $OACB$, avînd latura egală cu înălțimea profilului AC.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere egală cu CA se trasează un arc de cerc între cele două vîrfuri opuse ale pătratului A și B.

● Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

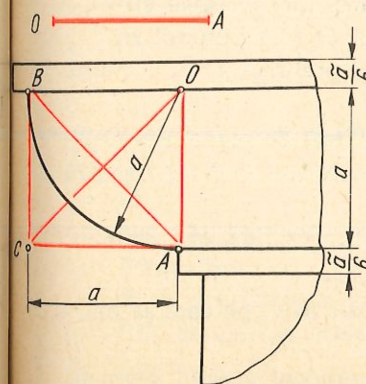


Fig. 4.8

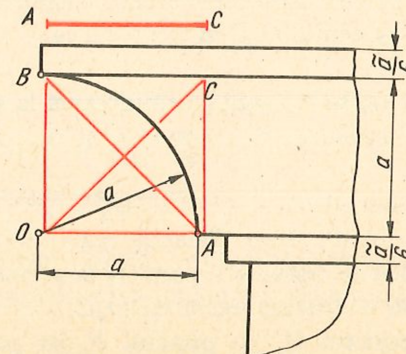


Fig. 4.9

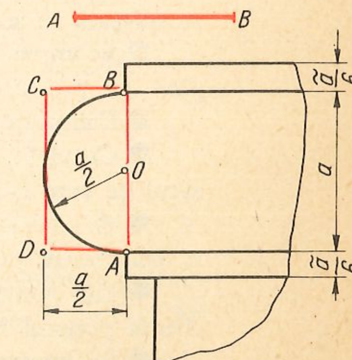


Fig. 4.10

3) **Construcția torului** se face ca în figura 4.10.

Se dă: *înălțimea profilului* $AB = a$.

Procedeu.

● Se construiește un dreptunghi $ADCB$ avînd latura mare verticală și egală cu înălțimea profilului AB.

● Cu vîrful compasului în punctul O, care marchează jumătatea laturii AB și cu o deschidere egală cu $OA = OB$ se trasează un arc de cerc între punctele A și B.

● Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

4) **Construcția scoției** se face ca în figura 4.11.

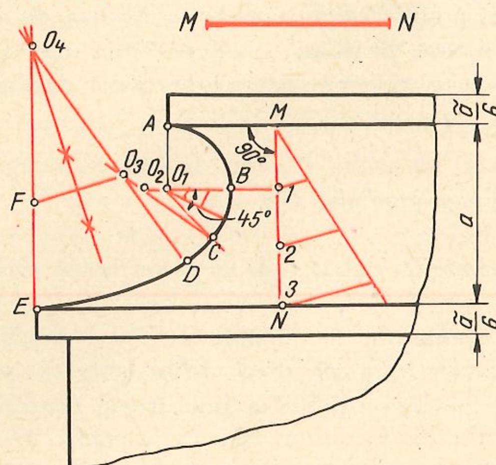


Fig. 4.11

Se dă: *înălțimea profilului* $MN = a$ *și cele două puncte* A *și* E *situate decalat pe două linii paralele trasate la o distanță egală cu înălțimea profilului.*

Procedeu.

● Se împarte înălțimea MN a profilului în trei părți egale.

● Prin punctul *1* se trasează o perpendiculară pe segmentul MN care intersectează în punctul O_1 paralela la segmentul MN trasată în punctul A.

● Cu vîrful compasului în punctul O_1 și cu o deschidere egală cu O_1A se trasează un arc de cerc care intersectează segmentul O_11 în punctul B.

● Se împarte segmentul O_1B în trei părți egale și se prelungește cu o treime pînă în punctul O_2.

● Din punctul O_1 se trasează o semidreaptă la 45° față de segmentul O_1B.

● Cu vîrful compasului în punctul O_2 și cu o deschidere O_2B se trasează arcul de cerc BC.

● Se unește punctul C cu punctul O_2 și pe prelungirea acestui segment se marchează punctul O_3 la o distanță egală cu O_2O_1.

● Din punctul E se trasează o paralelă la segmentul MN, pe care se marchează punctul F la o distanță egală cu O_3C.

● Se unește punctul O_3 cu punctul F, iar pe mijlocul acestui segment se trasează o perpendiculară care intersectează prelungirea segmentului EF în punctul O_4.

● Se unește punctul O_4 cu O_3 și se prelungește segmentul în jos.

● Cu vîrful compasului în punctul O_3 și cu o deschidere O_3C se trasează arcul de cerc CD.

● Cu vîrful compasului în punctul O_4 și cu o deschidere O_4D se trasează arcul de cerc DE, completîndu-se astfel profilul scoției.

● Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe sau necesități.

5) **Construcția dusinei** se face ca în figura 4.12.

Se dă: *înălțimea profilului* $BD = a$.

Procedeu.

● Se construiește un pătrat $CADB$, avînd latura egală cu înălțimea profilului, BD, căruia i se trasează cele două diagonale, determinîndu-se punctul lor de intersecție O.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere cît jumătatea diagonalei pătratului $OA = OB$, se trasează un cerc.

● Din punctele A și B și cu aceeași deschidere se marchează pe cerc punctele O_1 și O_2.

● Cu vîrful compasului în punctele O_1 și O_2 și cu o deschidere $O_1A = O_1O = O_2B = O_2O$ se trasează cele două arce de cerc AO și OB care formează dusina.

● Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

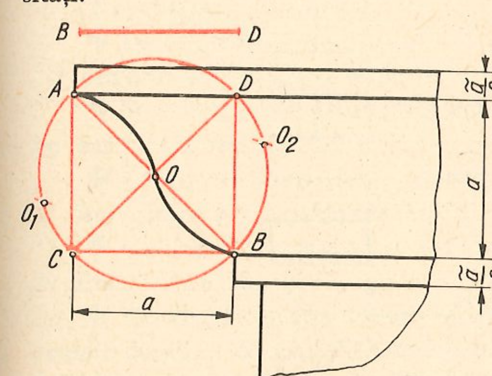


Fig. 4.12

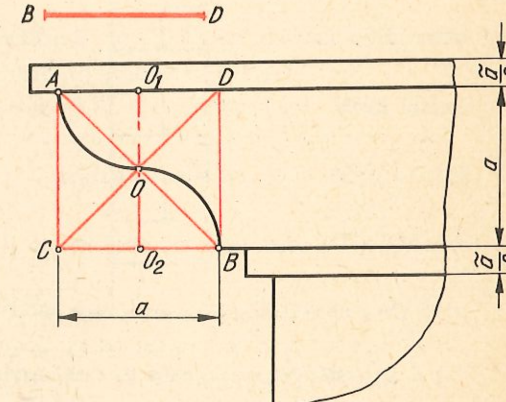


Fig. 4.13

6) **Construcția talonului** se face ca în figura 4.13.

Se dă: *înălțimea profilului* $BD = a$.

Procedeu.

● Se construiește un pătrat $CADB$, avînd latura egală cu înălțimea profilului, BD, căruia i se trasează cele două diagonale, determinîndu-se punctul lor de intersecție O.

● La jumătatea laturilor AD și CB se trasează o perpendiculară pe aceste două laturi, determinîndu-se punctele O_1 și O_2.

● Cu vîrful compasului în punctele O_1 și O_2 și cu o deschidere $O_1A = O_1O = O_2B = O_2O$ se trasează cele două arce de cerc care formează talonul.

● Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

C. CONSTRUCȚIA ARCELOR DE BOLTĂ

Arcele de boltă *sînt părțile curbe de deasupra golurilor lăsate în zidărie pentru uși, ferestre, porți, poduri etc.*

Elementele arcelor de boltă sînt (fig. 4.14):

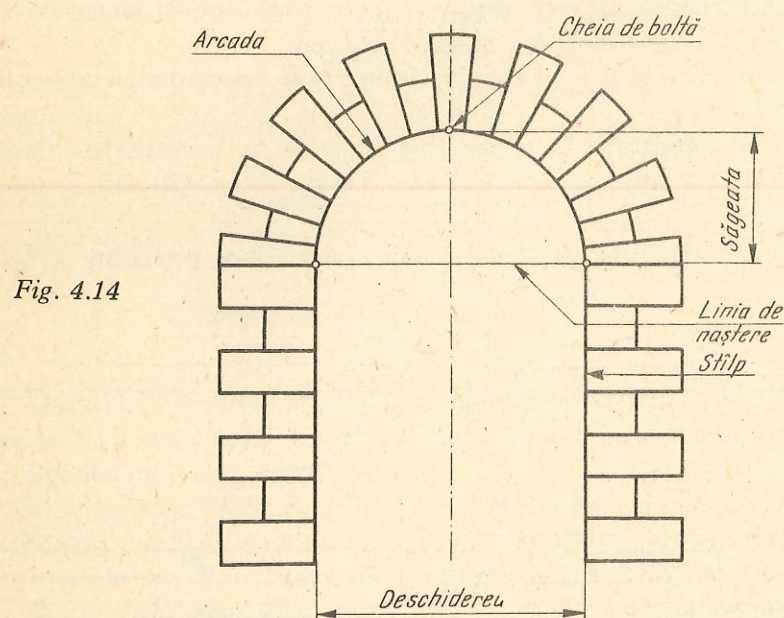


Fig. 4.14

— *arcada,* care este partea curbă a arcului de boltă;

— *stîlpii* sau *picioarele,* care sînt cele două ziduri verticale pe care se sprijină arcada;

— *linia de naștere,* care este linia care unește cele două puncte de racordare între arcadă și stîlpi;

— *deschiderea arcului de boltă,* care este distanța dintre stîlpi măsurată pe linia de naștere;

— *înălțimea* sau *săgeata arcului de boltă,* care este distanța de la linia de naștere la punctul cel mai înalt al arcadei (cheia de boltă).

Cele mai des întîlnite arce de boltă sînt: *arcul plin cintru, arcul mîner de coș, arcul ogivă* și *arcul rampant.*

1) **Construcția arcului plin cintru** se face ca în figura 4.15.

Se dă: *deschiderea arcului AB.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se marchează deschiderea arcului AB, căreia i se determină mijlocul O.

● Cu vîrful compasului în punctul O și cu o deschidere egală cu $OA = OB$ se trasează arcul plin cintru.

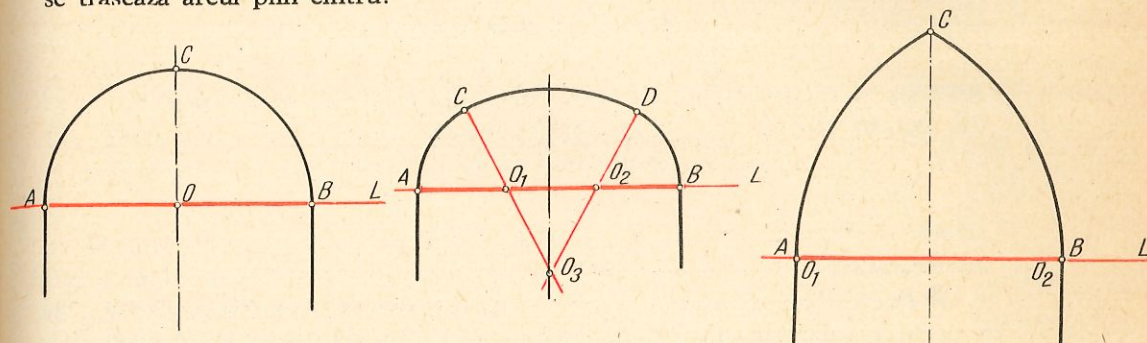


Fig. 4.15 Fig. 4.16 Fig. 4.17

2) **Construcția arcului mîner de coș** se face ca în figura 4.16.

Se dă: *deschiderea arcului AB.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se marchează deschiderea arcului AB, care se împarte în trei părți egale determinîndu-se punctele O_1 și O_2.

● Se construiește triunghiul echilateral $O_1O_2O_3$, punctul O_3 fiind situat pe axa de simetrie a arcului.

● Cu vîrful compasului în punctul O_1 se trasează arcul de cerc AC, punctul C fiind situat pe prelungirea O_3O_1.

● Cu vîrful compasului în punctul O_2 se trasează arcul de cerc BD, punctul D fiind situat pe prelungirea O_3O_2.

● Cu vîrful compasului în punctul O_3 se racordează cele două arce de cerc trasate cu arcul de cerc CD, completîndu-se arcul mîner de coș.

3) **Construcția arcului ogivă echilaterală** se face ca în figura 4.17.

Se dă: *deschiderea arcului AB.*

Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se marchează deschiderea arcului AB la mijlocul căruia se trasează axa de simetrie a arcului.

● Cu vîrful compasului în punctele A și B ca centre și cu o deschidere egală cu AB, se trasează cele două arce de cerc AC și BC, care se intersectează în punctul C și care formează arcul ogiva echilaterală.

4) **Construcția arcului rampant** se face ca în figura 4.18.

Se dă: *deschiderea arcului AC și diferența de nivel BC între cele două puncte ale liniei de naștere.*

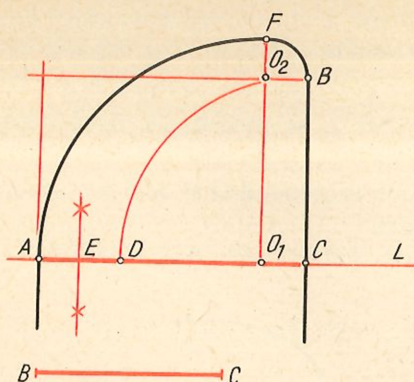


Fig. 4.18

Procedeu.

● Pe o dreaptă oarecare L se marchează deschiderea AC a arcului, iar pe perpendiculara trasată din punctul C se marchează diferența de nivel BC.

● Cu vîrful compasului în punctul C și cu o deschidere CB se trasează un arc de cerc care intersectează deschiderea AC în punctul D.

● Se împarte segmentul AD în două părți egale, determinîndu-se punctul E.

● Se măsoară distanța AE din punctul C, determinîndu-se punctul O_1.

● Din punctul O_1 se trasează o perpendiculară pe AC, iar din punctul B o perpendiculară pe BC, care se intersectează în punctul O_2.

● Cu vîrful compasului în punctul O_1 se trasează arcul de cerc AF, iar cu vîrful compasului în punctul O_2 se trasează arcul de cerc FB, care completează arcul rampant.

5

NOȚIUNI DE DESEN PROIECTIV

A. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Desenul de proiecție *studiază metodele și mijloacele cu ajutorul cărora obiectele din spațiu* (puncte, drepte, plane sau corpuri cu trei dimensiuni) *pot fi reprezentate pe un plan* (hîrtia de desen).

Dacă se consideră un plan oarecare P, în spațiu, și un punct A, tot în spațiu, între planul P și ochiul unui observator, se observă că raza vizuală care pleacă din ochiul observatorului și trece prin punctul A atinge planul P în punctul a (fig. 5.1).

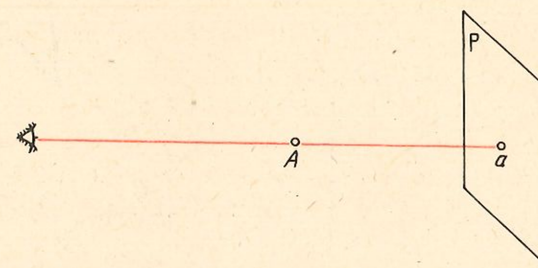


Fig. 5.1

Operația efectuată pentru obținerea proiecției se numește **proiectare.**

Elementele metodei sînt următoarele:

— planul P, numit *plan de proiecție;*

— segmentul Aa, numit *proiectantă;*

— punctul a, numit *proiecția punctului A pe planul P.*

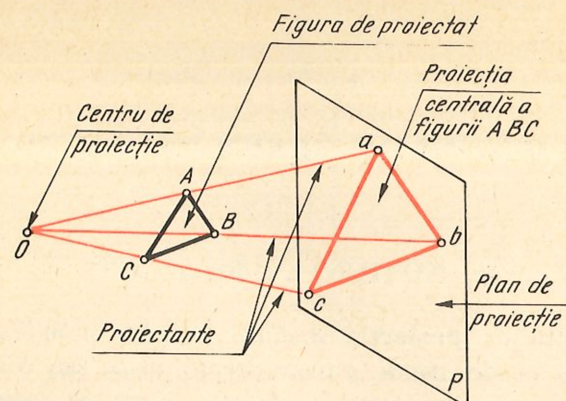
B. SISTEME DE PROIECȚIE

Proiecția obiectelor din spațiu pe un plan se poate realiza prin două sisteme de proiecție, definite mai jos.

Proiecția centrală sau conică: toate proiectantele trec printr-un punct situat la o distanță finită de planul de proiecție, denumit *centru de proiecție* (fig. 5.2).

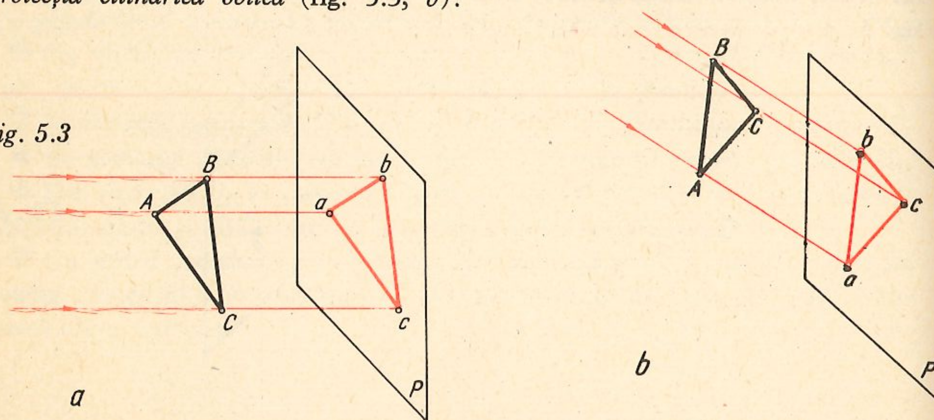
Proiecția paralelă sau cilindrică: centrul de proiecție este considerat la o distanță infinită, proiectantele fiind în acest caz paralele între ele (fig. 5.3).

Fig. 5.2



În cazul proiecției paralele sau cilindrice, proiectantele pot să fie perpendiculare pe planul de proiecție, și în acest caz se obține *proiecția cilindrică dreaptă sau ortogonală* (fig. 5.3, *a*), sau pot avea diferite înclinații și atunci se obține *proiecția cilindrică oblică* (fig. 5.3, *b*).

Fig. 5.3



În practică se utilizează, de regulă, sistemul de proiecție cilindrică dreaptă sau ortogonală.

C. REPREZENTAREA PUNCTULUI

1. Reprezentarea pe un plan de proiecție

1) **Reprezentarea punctului pe un plan de proiecție** se face ca în figura 5.4.

Se dau: *punctul A și planul P.*

Se cere: *proiecția punctului A pe planul P.*

Procedeu.

Din punctul *A* se trasează o perpendiculară pe planul *P* (proiectantă), la intersecția cărora se obține punctul *a*, care este proiecția punctului *A*.

Se observă că unui punct oarecare în spațiu îi corespunde o singură proiecție, care se află la intersecția proiectantei cu planul de proiecție.

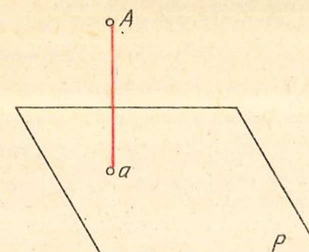


Fig. 5.4

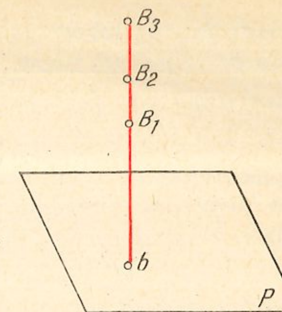


Fig. 5.5

2) **Dacă se dă un punct *b* situat într-un plan oarecare *P*, ca fiind proiecția unui punct, pentru a se determina punctul în spațiu** se trasează o perpendiculară (proiectantă) pe planul *P* din punctul *b*. Cunoscîndu-se principiul metodei proiecțiilor, se observă că pe proiectanta punctului *b*, punctul se poate afla în oricare din pozițiile B_1, B_2, B_3 etc.

În această situație se poate trage concluzia că întrucît unei proiecții a unui punct pe un plan îi corespund o infinitate de puncte în spațiu, punctul în spațiu nu este determinat în mod univoc în cazul proiecției pe un plan (fig. 5.5).

2. Reprezentarea pe două plane de proiecție

1) **Reprezentarea punctului pe două plane de proiecție** se face ca în figura 5.6.

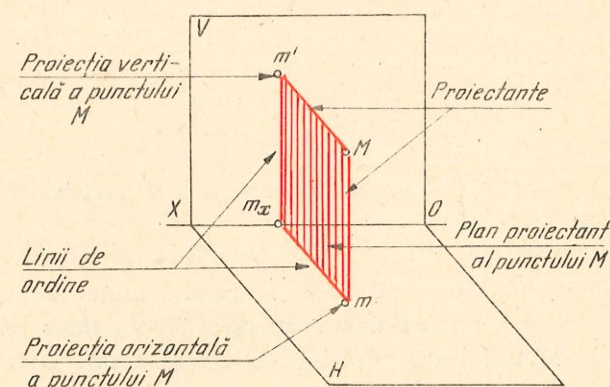


Fig. 5.6

Se dau: *două plane de proiecție — un plan orizontal H și un plan vertical V — perpendiculare între ele, desenate în perspectivă și care se intersectează după axa OX. Se dă de asemenea punctul M situat în spațiu.*

Se cer: *proiecțiile punctului M pe cele două plane de proiecție.*

Procedeu. Din punctul *M* se trasează cîte o perpendiculară pe cele două plane, pe care le intersectează în punctele *m* și *m'*, care sînt proiecțiile punctului *M* pe cele două plane de proiecție. Proiectantele *Mm* și *Mm'*, concurente în punctul *M*, determină un plan care este perpendicular pe cele două plane de proiecție, pe care le intersectează după segmentele $m'm_x$ și mm_x.

Planul astfel determinat se numește *plan proiectant* al punctului M, iar urmele acestuia pe cele două plane (segmentele $m'm_x$ și mm_x) se numesc *linii de ordine*. Planul proiectant și liniile de ordine sînt perpendiculare pe axa OX.

2) **Dacă se dau cele două proiecții ale aceluiași punct pe două plane de proiecție, pentru a determina punctul în spațiu** se face operația inversă proiectării și la intersecția proiectantelor trasate din cele două proiecții se obține punctul în spațiu. *În această situație se poate trage concluzia că celor două proiecții pe două plane de proiecție le corespunde un singur punct în spațiu, punctul în spațiu fiind determinat în mod univoc.*

3. Reprezentarea pe trei plane de proiecție

Pentru reprezentarea cît mai fidelă a obiectelor se folosesc, de regulă, trei plane de proiecție, principiile de proiectare fiind aceleași ca și în cazul unui singur plan sau a două plane de proiecție. Astfel, la cele două plane (orizontal și vertical) se mai adaugă cel de-al treilea plan (lateral), ca în figura 5.7. Cele trei plane de proiecție, perpendiculare între ele, formează **triedrul de proiecție.**

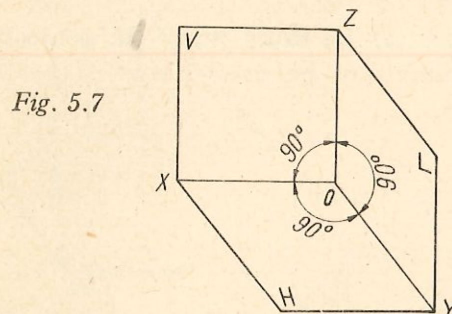


Fig. 5.7

Dreapta de intersecție a planelor orizontal (H) și vertical (V) se notează cu OX și se numește *axa OX.*

Dreapta de intersecție a planelor orizontal (H) și lateral (L) se notează cu OY și se numește *axa OY.*

Dreapta de intersecție a planelor vertical (V) și lateral (L) se notează cu OZ și se numește *axa OZ.*

Punctul de intersecție a celor trei axe se numește **originea axelor.**

a. **Reprezentarea în perspectivă. Dacă se dă un punct A situat în spațiu și se cere să fie reprezentat pe cele trei plane de proiecție** (fig. 5.8, *a*), se trasează cîte o perpendiculară (proiectantă) din punctul A pe fiecare din cele trei plane de proiecție date, proiecțiile punctului A găsindu-se la intersecția proiectantelor cu planele de proiecție, respectiv în punctele a, a' și a''.

Proiectantele fiind concurente în punctul A determină, două cîte două, cele trei plane proiectante ale punctului A, astfel:

— $Aa a_y a''$ este planul proiectant al punctului A perpendicular pe planele orizontal și lateral și paralel cu planul vertical;

— $Aa' a_x a$ este planul proiectant al punctului A perpendicular pe planele orizontal și vertical și paralel cu planul lateral;

— $Aa'' a_z a'$ este planul proiectant al punctului A perpendicular pe planele vertical și lateral și paralel cu planul orizontal.

Intersecțiile planelor proiectante cu planele de proiecție se numesc **linii de ordine.**

În cazul de mai sus, liniile de ordine sînt segmentele aa_x, aa_y, $a'a_x$, $a'a_z$, $a''a_y$ și $a''a_z$.

b. **Reprezentarea în epură. Pentru a avea cele trei proiecții ale punctului în același plan** se procedează după cum se arată în figura 5.8, *b*.

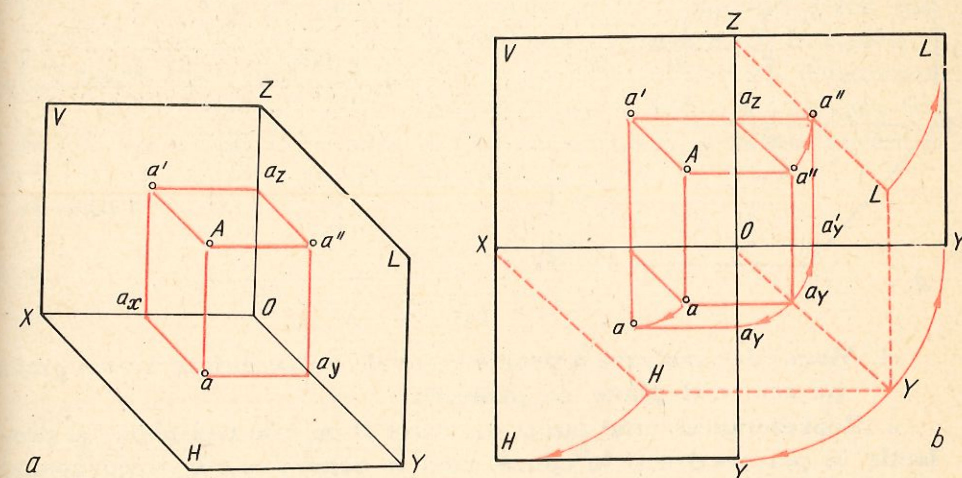


Fig. 5.8

● Se rotește planul orizontal (H) în jurul axei OX pînă ajunge în același plan cu planul vertical (V), respectiv în prelungirea acestuia.

● Se rotește planul lateral (L) în jurul axei OZ pînă ce acesta ajunge în același plan cu planele vertical și orizontal.

Odată cu rotirea planelor orizontal și lateral în jurul axelor OX și respectiv OZ, se rotesc și proiecțiile punctului A, iar liniile de ordine de pe planul orizontal și lateral se vor așeza în același plan cu cele din planul vertical și vor fi în prelungirea acestora, deci proiecțiile punctului A, două cîte două, vor fi pe aceeași linie de ordine. De asemenea, prin rotirea planelor, axa OY va fi în prelungirea axei OZ, iar axa OY' va fi în prelungirea axei OX

Operația de rotire a planelor de proiecție se numește **rabatere.**

Reprezentarea punctului cînd planele de proiecție au fost rabătute se numește **epură.**

Coordonatele punctului *sînt distanțele de la punctul situat în spațiu la fiecare dintre cele trei plane de proiecție* (fig. 5.9, *a* și 5.9, *b*).

Astfel:

— distanța de la punct la planul lateral (*Nn''*) se numește *abscisă;* ea se **măsoară pe axa** *OX* **și se notează cu** *X;*

— distanța de la punct la planul vertical (*Nn'*) se numește *depărtare;* ea se **măsoară pe axa** *OY* **și se notează cu** *Y;*

— distanța de la punct la planul orizontal (*Nn*) se numește *cotă;* ea se **măsoară pe axa** *OZ* **și se notează cu** *Z.*

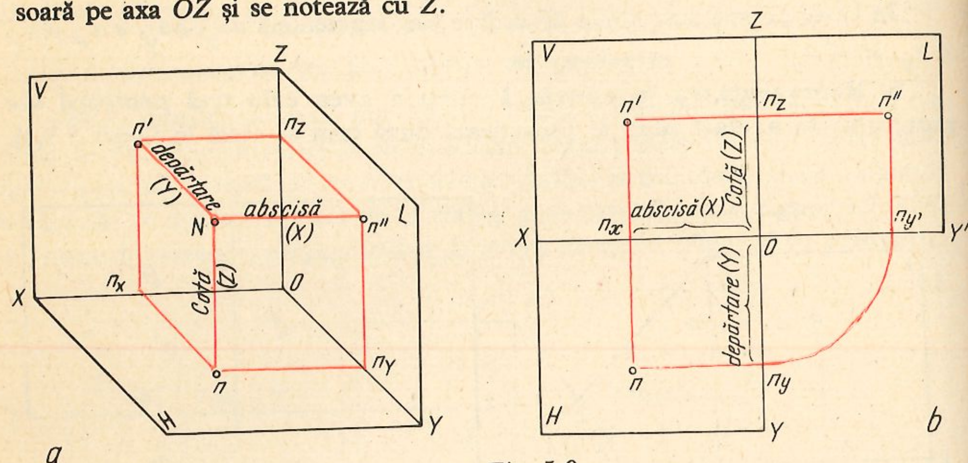


Fig. 5.9

4. **Modul de rezolvare a problemelor de reprezentare a unui punct pe cele trei plane de proiecție.**

a. **Reprezentarea unui punct oarecare** *D* **pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, cînd se cunosc cele trei coordonate** (*X*, *Y*, *Z*) se face ca în figurile 5.10, *a* și 5.10, *b*. De exemplu, *coordonatele punctului D sînt* (3, 2, 4), *adică abscisa este de 3 unități, depărtarea este de 2 unități, iar cota este de 4 unități.*

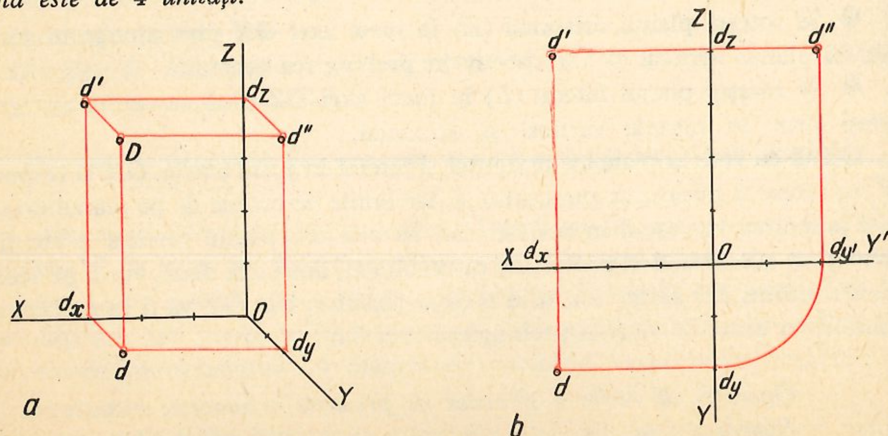


Fig. 5.10

Coordonatele punctului *sînt distanţele de la punctul situat în spaţiu la fiecare dintre cele trei plane de proiecţie* (fig. 5.9 , *a* şi 5.9 , *b*).

Astfel:

— distanţa de la punct la planul lateral (Nn'') se numeşte *abscisă;* ea se măsoară pe axa OX şi se notează cu X;

— distanţa de la punct la planul vertical (Nn') se numeşte *depărtare;* ea se măsoară pe axa OY şi se notează cu Y;

— distanţa de la punct la planul orizontal (Nn) se numeşte *cotă;* ea se măsoară pe axa OZ şi se notează cu Z.

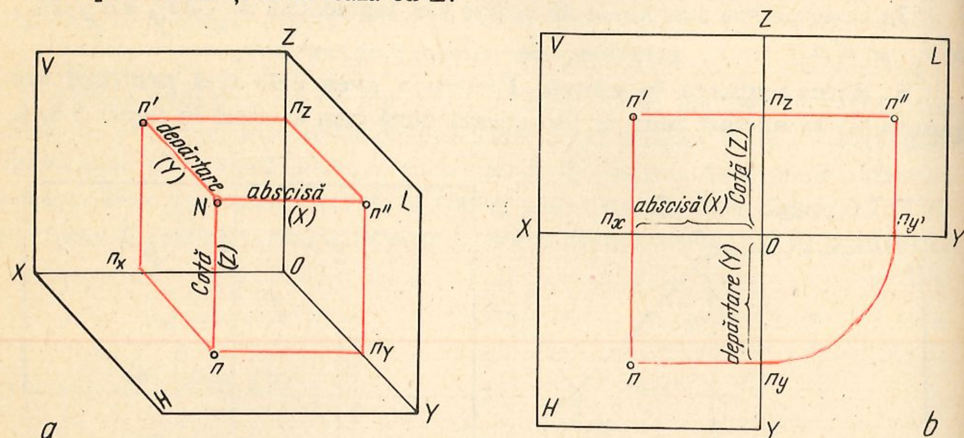


Fig. 5.9

4. **Modul de rezolvare a problemelor de reprezentare a unui punct pe cele trei plane de proiecţie.**

a. **Reprezentarea unui punct oarecare D pe cele trei plane de proiecţie, în perspectivă şi în epură, cînd se cunosc cele trei coordonate** (X,Y,Z) se face ca în figurile 5.10, *a* şi 5.10, *b*. De exemplu, *coordonatele punctului D sînt* (3, 2, 4), *adică abscisa este de 3 unităţi, depărtarea este de 2 unităţi, iar cota este de 4 unităţi.*

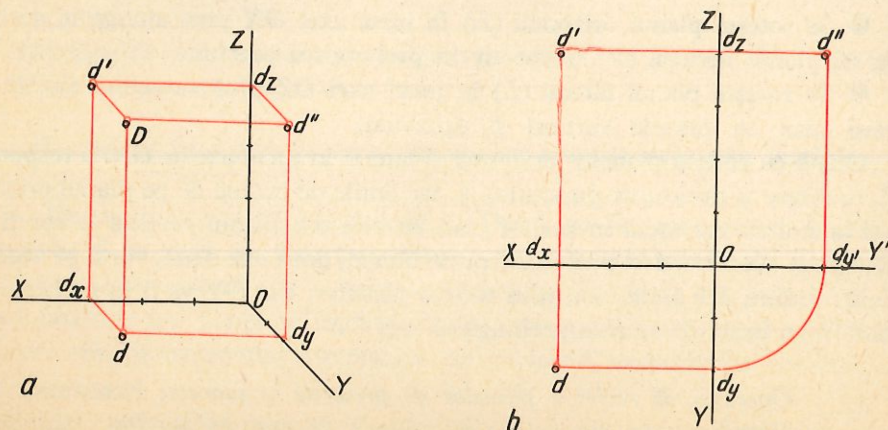


Fig. 5.10

p
r
tiv
sc
n .n
3)
astfel:
● se
sează linii
gire şi vo
● se m
sează linia
● cu v
un arc de c
distanţă de
● din
● se n
sează liniile
şi paralele
● la in
cele trei pro
iecţia d' în
b. **Ana**
analiza coor
rezolvarea p

* Această r

ı, b).

ero, se află
al (e'') fiind
(e) se află în

Y'

Fig. 5.12

D. REPR

Pentru re
cient să fie rep
segment de drea
puncte (extremită
se unesc proiecțiile

O dreaptă
poziții:

— paralelă
două plane de

— paralelă
plan de proiec

— înclinat

1.

1) **Dreapta**
toate punctele ei
Reprezentarea une
punctele $A(4,2,3)$ ş
că *segmentul AB se*
este paralel, şi cu r
clinat.

3) **Dreapta paralelă cu planul lateral** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planul lateral, avînd aceeași *abscisă*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele $E(3,4,2)$ și $F(3,2,4)$ este arătată în figurile 5,15, *a* și 5.15, *b*. Se observă că *segmentul EF se proiectează în adevărata mărime pe planul lateral,* cu care este paralel și cu mărimi mai mici pe celelalte două plane, față de care este înclinat.

2. DREPTE PARALELE CU DOUĂ PLANE DE PROIECȚIE

1) **Dreapta paralelă cu planele vertical și lateral și perpendiculară pe planul orizontal** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele vertical și lateral, avînd aceeași *abscisă* și aceeași *depărtare*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele $G(3,2,4)$ și $H(3,2,2)$, este arătată în figurile 5.16, *a* și 5.16, *b*. Se observă că *segmentul GH se proiectează în adevărata mărime pe planele vertical și lateral, și printr-un punct pe planul orizontal, pe care este perpendicular.*

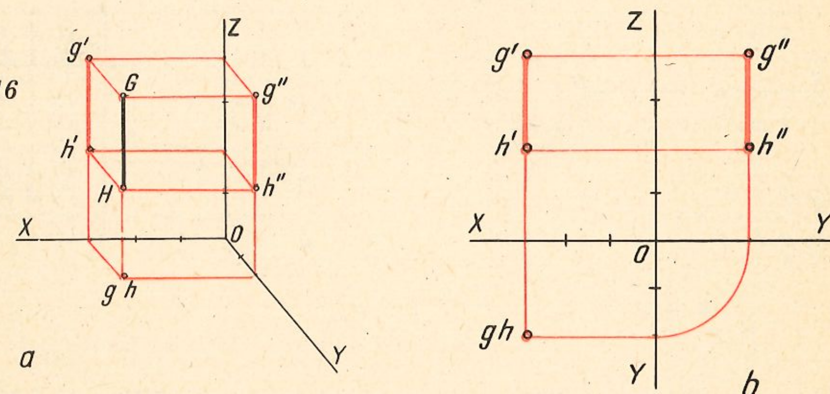


Fig. 5.16

2) **Dreapta paralelă cu planele orizontal și lateral și perpendiculară pe planul vertical** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele orizontal și lateral, avînd aceeași *abscisă* și aceeași *cotă*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele $K(3,2,4)$ și $L(3,4,4)$ este arătată în figurile 5.17, *a* și 5.17, *b*. Se observă că *segmentul KL se proiectează în adevărata mărime pe planele orizontal și lateral, cu care este paralel și printr-un punct pe planul vertical, pe care este perpendicular.*

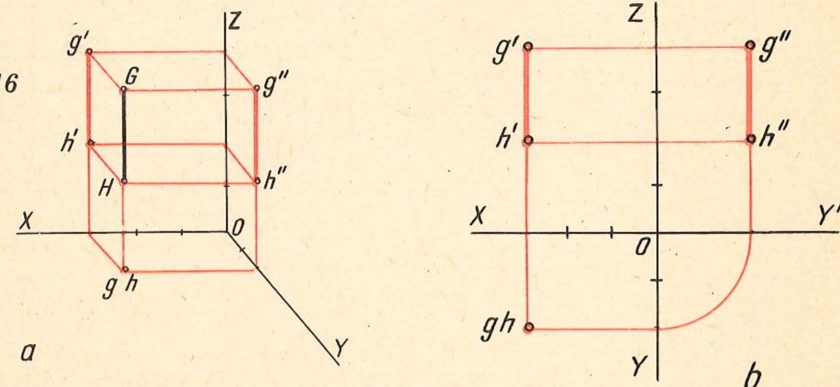
3) **Dreapta paralelă cu planele orizontal și vertical și perpendiculară pe planul lateral** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele orizontal și vertical, avînd aceeași *depărtare* și aceeași *cotă*. Reprezentarea unei astfel de drepte în perspectivă și în epură, determinată

3) **Dreapta paralelă cu planul lateral** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planul lateral, avînd aceeași *abscisă*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele $E(3,4,2)$ și $F(3,2,4)$ este arătată în figurile 5,15, *a* și 5.15, *b*. Se observă că *segmentul EF se proiectează în adevărata mărime pe planul lateral*, cu care este paralel și cu mărimi mai mici pe celelalte două plane, față de care este înclinat.

2. DREPTE PARALELE CU DOUĂ PLANE DE PROIECȚIE

1) **Dreapta paralelă cu planele vertical și lateral și perpendiculară pe planul orizontal** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele vertical și lateral, avînd aceeași *abscisă* și aceeași *depărtare*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele $G(3,2,4)$ și $H(3,2,2)$, este arătată în figurile 5.16, *a* și 5.16, *b*. Se observă că *segmentul GH se proiectează în adevărata mărime pe planele vertical și lateral, și printr-un punct pe planul orizontal, pe care este perpendicular.*

Fig. 5.16



2) **Dreapta paralelă cu planele orizontal și lateral și perpendiculară pe planul vertical** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele orizontal și lateral, avînd aceeași *abscisă* și aceeași *cotă*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele $K(3,2,4)$ și $L(3,4,4)$ este arătată în figurile 5.17, *a* și 5.17, *b*. Se observă că *segmentul KL se proiectează în adevărata mărime pe planele orizontal și lateral, cu care este paralel și printr-un punct pe planul vertical, pe care este perpendicular.*

3) **Dreapta paralelă cu planele orizontal și vertical și perpendiculară pe planul lateral** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele orizontal și vertical, avînd aceeași *depărtare* și aceeași *cotă*. Reprezentarea unei astfel de drepte în perspectivă și în epură, determinată

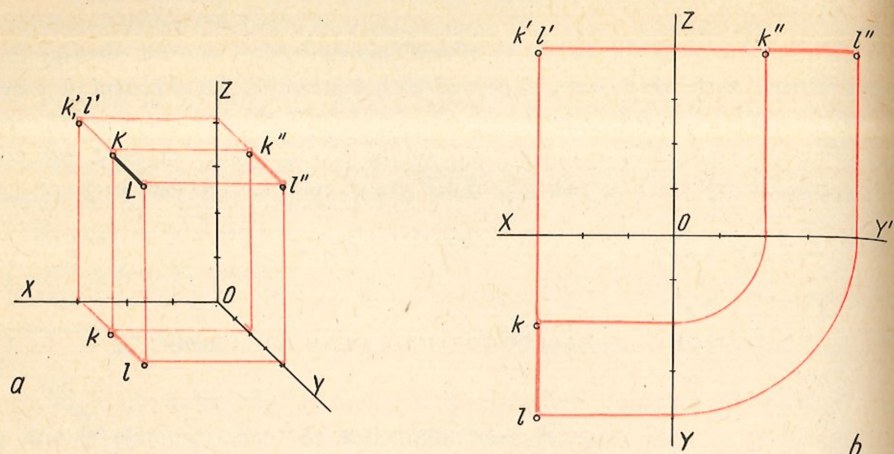


Fig. 5.17

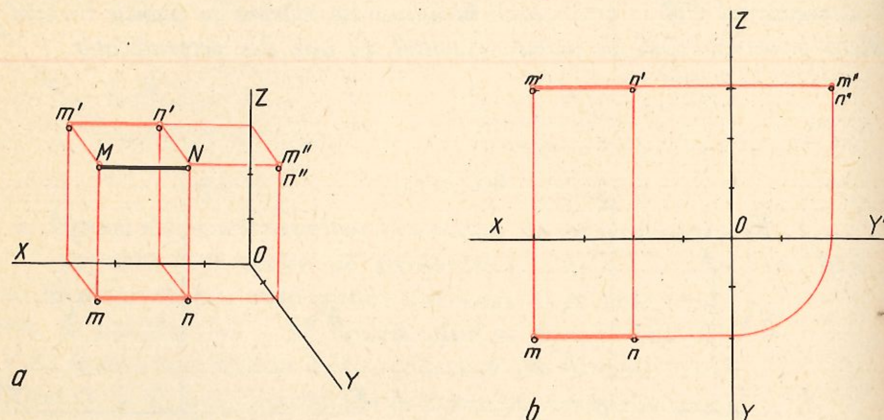


Fig. 5.18

de punctele M(4,2,3) și N(2,2,3) este arătată în figurile 5.18, *a* și 5.18, *b*. Se observă că *segmentul MN se proiectează în adevărata mărime pe planele orizontal și vertical, cu care este paralel, și printr-un punct pe planul lateral, pe care este perpendicular*.

3. DREPTE ÎNTR-O POZIȚIE OARECARE

Dreapta într-o poziție oarecare este înclinată față de toate cele trei plane de proiecție, neavînd nici o particularitate. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele P(4,4,2) și R(2,2,4), este arătată în figurile 5.19, *a* și 5.19, *b*.

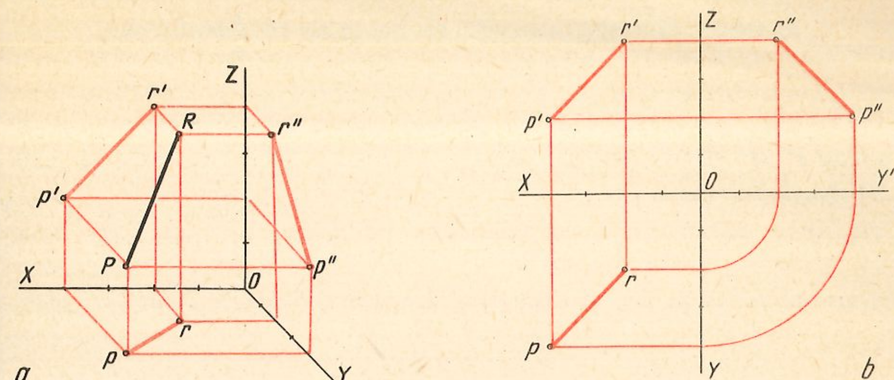


Fig. 5.19

4. PROBLEME

1. Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, segmentele de dreaptă *AB*, *CD*, *EF*, *GH*, *KL* și *MN* așezate în poziții particulare, determinate de următoarele puncte, coordonatele fiind date în centimetri:

A (1, 3, 3) *B* (3, 1, 3)	*C* (1, 1, 3) *D* (3, 1, 1)
E (2, 1, 3) *F* (2, 3, 1)	*G* (3, 2, 3) *H* (2, 2, 1)
K (2, 1, 3) *L* (2, 3, 3)	*M* (3, 1, 2) *N* (1, 1, 2)

2. Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, segmentele de dreaptă *AB*, *CD*, *EF*, *GH*, *KL*, *MN*, *PR*, *AE*, *BF*, așezate în poziții oarecare, determinate de următoarele puncte, coordonatele fiind date în centimetri:

A (3, 2, 0) *B* (0, 0, 3)	*C* (1, 0, 2) *D* (3, 2, 0)
E (3, 0, 0) *F* (0, 2, 3)	*G* (0, 2, 3) *H* (3, 0, 2)
K (0, 1, 4) *L* (1, 4, 0)	*M* (0, 4, 1) *N* (4, 1, 0)
P (4, 1, 0) *R* (1, 0, 4)	*A* (4, 0, 1) *E* (1, 4, 0)
B (3, 0, 2)	
F (0, 2, 0)	

E. REPREZENTAREA PLANULUI PE PLANELE DE PROIECȚIE

Un *plan* poate fi determinat de următoarele elemente geometrice:
— trei puncte necoliniare;
— o dreaptă și un punct exterior ei;
— două drepte concurente;
— două drepte paralele.

Reprezentarea planului pe cele trei plane de proiecție se poate face fie prin elementele care-l determină, fie prin dreptele după care se intersectează cu planele de proiecție (*urmele* planului). În mod obișnuit, planul se reprezintă prin *urmele* sale.

1) **Un plan perpendicular pe planul orizontal** intersectează axa OX în punctul P_x de *abscisă* 3 și axa OY în punctul P_y de *depărtare* 4 (fig. 5.20, *a* și 5.20, *b*).

Discuție. Planul fiind perpendicular pe planul orizontal este desigur paralel cu axa OZ, iar urmele lui pe planurile vertical și lateral vor fi perpendiculare pe axele OX și OY și deci paralele cu axa OZ.

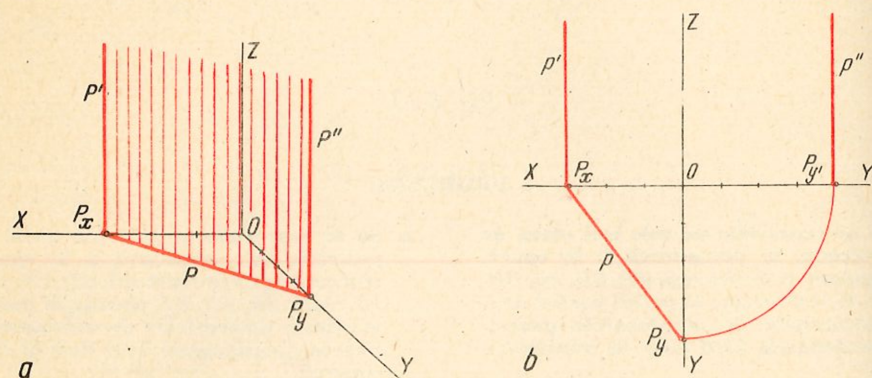


Fig. 5.20

Rezolvare.

● Se măsoară din originea axelor 3 unități pe axa OX și $4 \cdot \frac{1}{2}$ unități pe axa OY și se obțin punctele P_x și respectiv P_y.

● Segmentul de dreaptă care unește punctele P_x și P_y este urma planului P pe planul orizontal și se notează cu p.

● În punctele P_x și P_y se trasează cîte o perpendiculară pe axa OX, respectiv pe OY și se obțin urmele planului P pe planul vertical (p') și pe planul lateral (p''), care vor fi paralele cu axa OZ.

2) **Un plan perpendicular pe planul vertical** intersectează axa OX în punctul P_x de abscisă 4 și axa OZ în punctul P_z de cotă 4 (fig. 5.21, *a* și 5.21, *b*).

Discuție. Planul fiind perpendicular pe planul vertical este paralel cu axa OY, iar urmele lui pe planele orizontal și lateral vor fi perpendiculare pe axele OX și OZ și deci paralele cu axa OY.

Rezolvare.

● Se măsoară din originea axelor cîte 4 unități pe axele OX și OZ și se notează punctele obținute cu P_x, respectiv P_z. Segmentul de dreaptă care le unește este urma planului P pe planul vertical și se notează cu p'

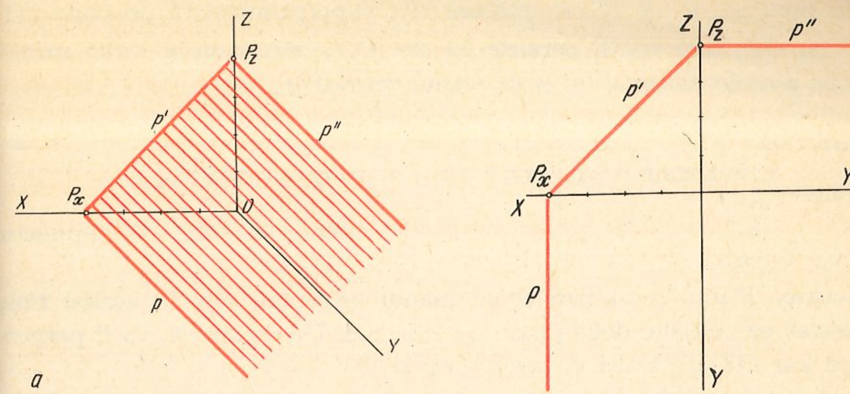


Fig. 5.21

● În punctele P_x și P_z se trasează cîte o perpendiculară pe axele OX și respectiv OZ, care vor fi și paralele cu axa OY, obținîndu-se astfel urmele planului pe planul orizontal p și pe planul lateral p''.

3) **Un plan perpendicular pe planul lateral** intersectează axele OY și OZ în punctele P_y de depărtare 3 și respectiv P_z de cotă 4 (fig. 5.24, *a* și 5.24, *b*).

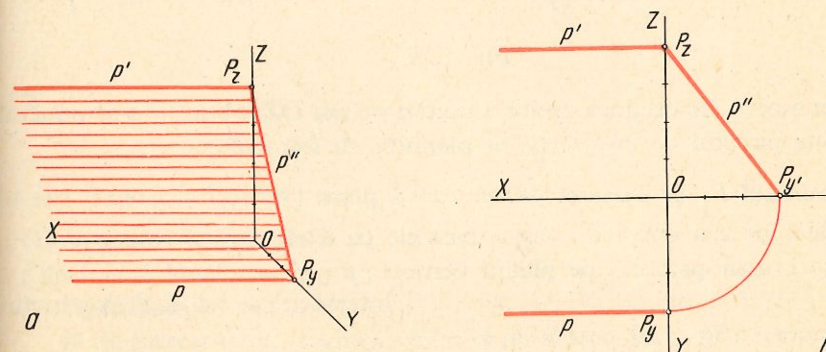


Fig. 5.22

Discuție. Planul fiind perpendicular pe planul lateral este desigur paralel cu axa OX, iar urmele lui pe planele orizontal și vertical vor fi perpendiculare pe axele OY și OZ și deci paralele cu axa OX.

Rezolvare.

● Se măsoară din originea axelor 3 unități pe axa OY și $4 \cdot \frac{1}{2}$ unități pe pe axa OZ și se obțin punctele P_y, respectiv P_z, care sînt punctele de intersecție ale planului cu cele două axe. Segmentul care unește cele două puncte este urma planului P pe planul lateral și se notează cu p''.

● În punctele P_y și P_z se trasează cîte o perpendiculară pe axele OY, respectiv pe OZ, care vor fi paralele cu axa OX, obținîndu-se astfel urmele **planului pe planele orizontal (p) și pe planul vertical (p').**

2. PLANELE PARALELE CU UN PLAN DE PROIECȚIE

1) **Un plan paralel cu planul orizontal** intersectează axa OZ în punctul P_z de cotă 3 (fig. 5.23, *a* și 5.23, *b*).

Discuție. Planul fiind paralel cu planul orizontal, este în același timp perpendicular pe celelalte două plane de proiecție. De asemenea, va fi perpendicular pe axa OZ și paralel cu axele OX și OY.

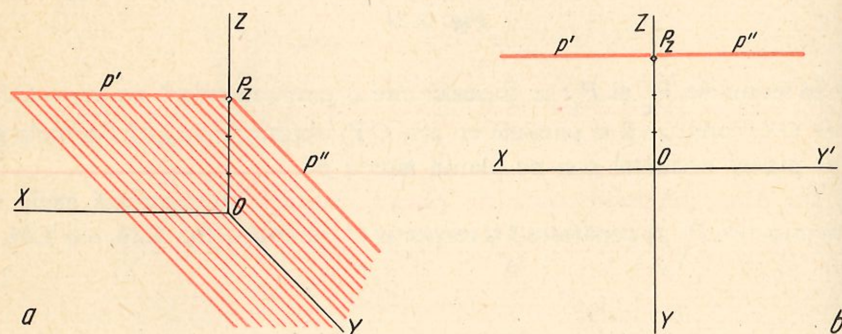


Fig. 5.23

● Se măsoară din originea axelor 3 unități pe axa OZ, obținîndu-se punctul P_z, care este punctul de intersecție al planului cu axa OZ.

● În punctul P_z se trasează pe cele două plane (vertical și lateral) cîte o perpendiculară pe axa OZ, care vor fi paralele cu axele OX și respectiv OY, obținîndu-se urmele planului pe planul vertical (p') și pe planul lateral (p'').

2) **Un plan paralel cu planul vertical** intersectează axa OY în punctul P_y de depărtare 3 (fig. 5.24, *a* și 5.24, *b*).

Discuție. Planul fiind paralel cu planul vertical este în același timp perpendicular pe planele orizontal și lateral. De asemenea, va fi perpendicular pe axa OY și paralel cu axele OX și OZ.

Rezolvare.

● Se măsoară, din originea axelor, 3 . $\frac{1}{2}$ unități pe axa OY, obținîndu-se punctul P_y, care este punctul de intersecție al planului cu axa OY.

● În punctul P_y se trasează pe cele două plane (orizontal și lateral) cîte o perpendiculară pe axa OY, care vor fi paralele cu axele OX și respectiv OZ, obținîndu-se urmele planului pe planul orizontal (p) și pe planul lateral (p'').

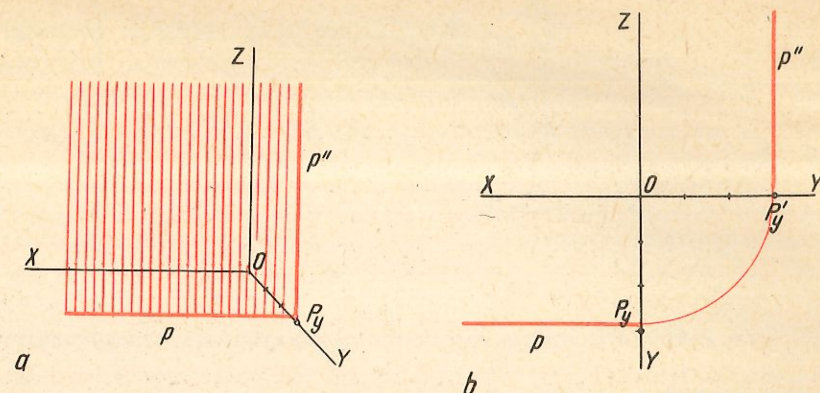


Fig. 5.24

3) **Un plan paralel cu planul lateral** intersectează axa OX în punctul P_x de abscisă 3 (fig. 5.25, *a* și 5.25, *b*).

Discuție. Planul fiind paralel cu planul lateral este în același timp perpendicular pe planele orizontal și vertical. De asemenea, va fi perpendicular pe axa OX și paralel cu axele OY și OZ.

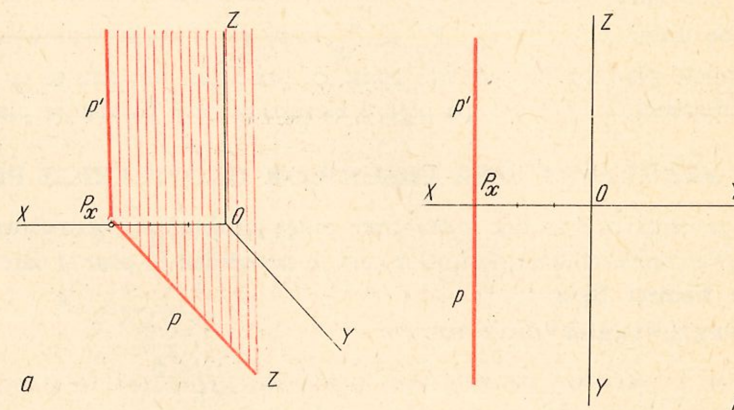


Fig. 5.25

Rezolvare.

● Se măsoară, din originea axelor, 3 unități pe axa OX, obținîndu-se punctul P_x, care este punctul de intersecție a planului cu axa OX.

● În punctul P_x se trasează pe cele două plane (orizontal și vertical) cîte o perpendiculară pe axa OX, care vor fi paralele cu axele OY și respectiv OZ, obținîndu-se urmele planului pe planul orizontal (p) și pe planul vertical (p').

3. PLANELE ÎNTR-O POZIȚIE OARECARE

Un plan intersectează axa OX în punctele P_x de abscisă 4, axa OY în punctul P_y de depărtare 2 și axa OZ în punctul P_z de cotă 3 (fig. 5.26, *a* și 5.26, *b*).

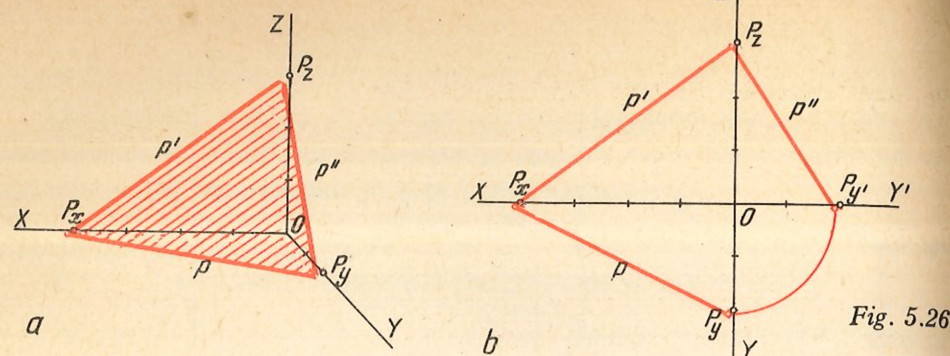


Fig. 5.26

Discuție. Din enunțul problemei se observă că intersectînd toate cele trei axe ale triedrului de proiecție, planul nu are nici o particularitate în ceea ce privește poziția sa față de cele trei plane de proiecție.

Rezolvare.

● Se măsoară pe axa OX 4 unități și se determină punctul P_x, se măsoară pe axa $OY\ 2 \cdot \frac{1}{2}$ unități și se determină punctul $P_{y'}$, iar pe axa OZ se măsoară 3 unități și se determină punctul P_z. Aceste puncte sînt intersecțiile planului cu cele trei axe.

● Se unesc punctele P_x, P_y și P_z între ele, laturile triunghiului format fiind urmele planului pe cele trei plane de proiecție, notîndu-se cu p urma pe planul orizontal, cu p' urma pe planul vertical și cu p'' urma pe planul lateral.

F. REPREZENTAREA FIGURILOR GEOMETRICE PLANE

Reprezentarea figurilor geometrice plane (triunghiuri, patrulatere, cercuri) se face prin reprezentarea punctelor care le determină în plan și care sînt caracteristice fiecărei figuri.

1. REPREZENTAREA TRIUNGHIULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură un triunghi cu coordonatele vîrfurilor cunoscute (fig. 5.27, *a* și 5.27, *b*).

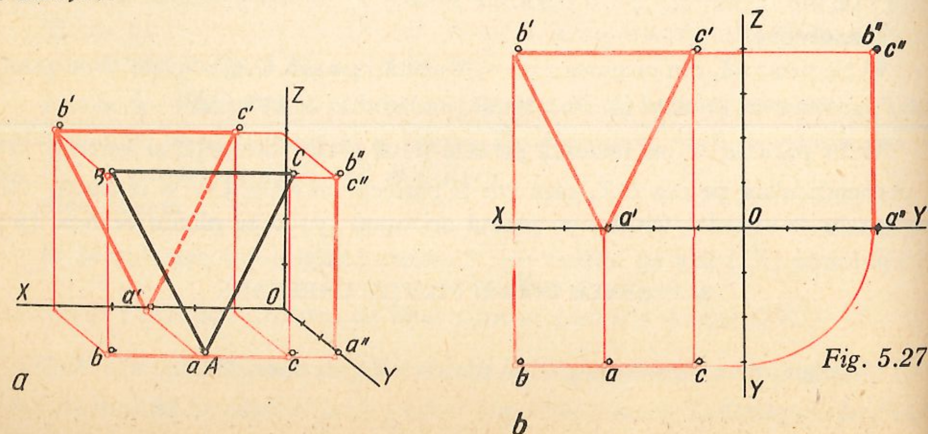


Fig. 5.27

Se dau: *punctele* $A(3,3,0)$; $B(5,3,4)$; $C(1,3,4)$.

Discuție. Din analiza coordonatelor triunghiului dat, se observă că toate cele trei vîrfuri ale sale au aceeași *depărtare*, de unde rezultă că triunghiul este paralel cu planul vertical de proiecție. Fiind paralel cu planul vertical de proiecție, triunghiul este perpendicular pe celelalte două plane de proiecție.

De asemenea, mai rezultă că pe planul vertical de proiecție triunghiul se va proiecta în adevărata sa mărime, iar pe planele de proiecție orizontal și lateral proiecțiile sale vor fi două segmente de dreaptă.

Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele trei vîrfuri ale triunghiului.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție proiecțiile de același fel: (abc), $(a'b'c')$ și $(a''b''c'')$, obținîndu-se proiecțiile triunghiului pe cele trei plane.

2. REPREZENTAREA PĂTRATULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, un pătrat cu coordonatele vîrfurilor cunoscute (fig. 5.28, *a* și 5.28, *b*).

Se dau: *punctele* $A(2,2,4)$; $B(2,2,2)$; $C(2,4,2)$; $D(2,4,4)$.

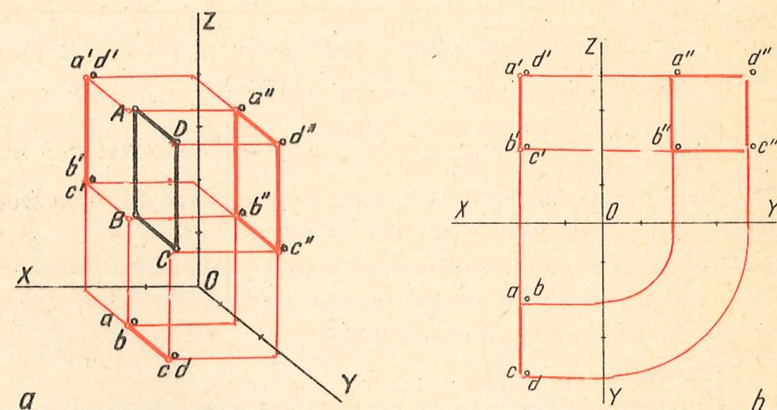


Fig. 5.28

Discuție. Din analiza coordonatelor pătratului dat se observă că toate cele patru vîrfuri ale sale au aceeași abscisă, de unde rezultă că pătratul este paralel cu planul lateral de proiecție.

Fiind paralel cu planul lateral de proiecție, pătratul este perpendicular pe celelalte două plane de proiecție.

De asemenea, mai rezultă că pe planul lateral de proiecție pătratul se va proiecta în adevărata sa mărime, iar pe planele de proiecție vertical și orizontal, proiecțiile sale vor fi două segmente de dreaptă.

Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele patru vîrfuri ale pătratului.

● Se unesc, pe fiecare plan de proiecție, proiecțiile de același fel: $(abcd)$, $(a'b'c'd')$ și $(a''b''c''d'')$, obținîndu-se proiecțiile pătratului pe cele trei plane.

3. REPREZENTATEA DREPTUNGHIULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și epură un dreptunghi cu coordonatele vîrfurilor cunoscute (fig. 5.29, *a* și 5.29, *b*).

Se dau: *punctele* $A(6,2,3)$; $B(2,2,3)$; $C(2,4,3)$; $D(6,4,3)$.

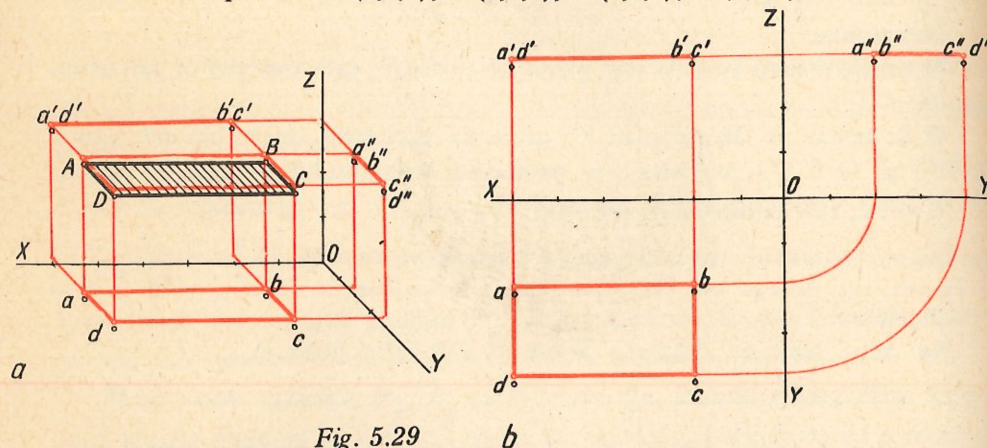


Fig. 5.29 b

Discuție. Din analiza coordonatelor dreptunghiului dat se observă că toate cele patru vîrfuri ale sale au aceeași cotă, de unde rezultă că dreptunghiul este paralel cu planul orizontal de proiecție.

Fiind paralel cu planul orizontal de proiecție, dreptunghiul este perpendicular pe celelalte două plane de proiecție.

De asemenea, mai rezultă că pe planul orizontal de proiecție dreptunghiul se va proiecta în adevărata sa mărime, iar pe planele vertical și lateral, proiecțiile sale vor fi două segmente de dreaptă.

Rezolvare

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele patru vîrfuri ale dreptunghiului.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție proiecțiile de același fel: $(abcd)$, $(a'b'c'd')$ și $(a''b''c''d'')$, obținîndu-se proiecțiile dreptunghiului pe cele trei plane.

4. REPREZENTAREA CERCULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, un cerc așezat într-un plan paralel cu planul vertical de proiecție (fig. 5.30, *a* și 5.30, *b*).

Se dau: *diametrul cercului 2 unități și coordonatele centrului cercului O (3, 2, 3).*

Discuție. Întrucît cercul se află cuprins într-un plan paralel cu planul vertical de proiecție, rezultă că și cercul este paralel cu planul vertical de pro-

Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție toate cele șase vîrfuri ale prismei.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție, proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile prismei pe cele trei plane.

3. REPREZENTAREA PIRAMIDEI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, o piramidă cu coordonatele punctelor care o determină cunoscute (fig. 6,3, *a* și 6.3, *b*).

Se dau: *punctele* $A(6,4,1)$; $B(3,2,1)$; $C(4,6,1)$; $V(4,5;4,2;6)$.

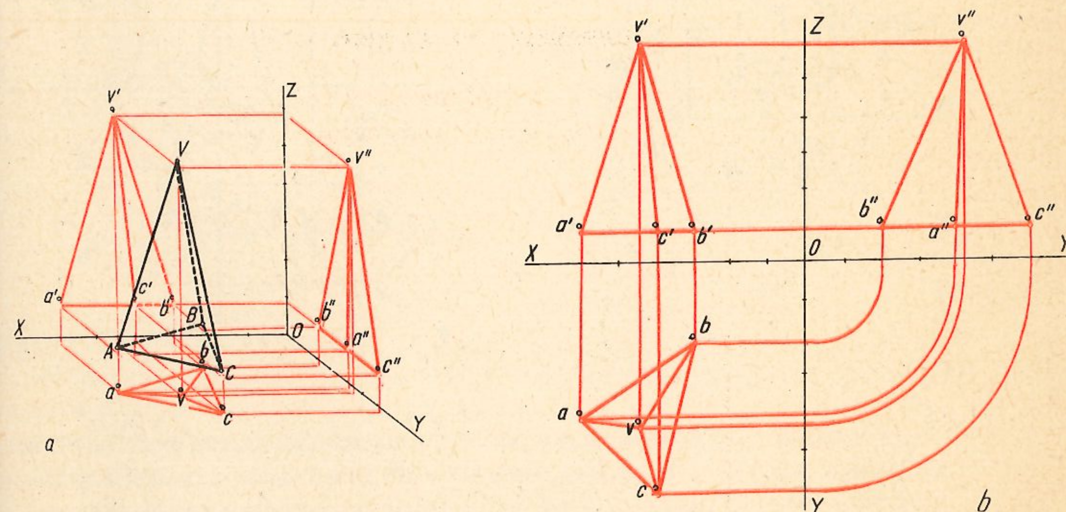


Fig. 6.3

Discuție. Din analiza coordonatelor bazei piramidei, se observă că toate cele trei puncte ale ei au aceeași cotă, ceea ce înseamnă că piramida are baza paralelă cu planul orizontal și perpendiculară pe celelalte două plane de proiecție.

Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele patru puncte date, care determină piramida.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție, proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile piramidei.

B. REPREZENTAREA CORPURILOR DE ROTAȚIE

1. REPREZENTAREA CILINDRULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, un cilindru drept, cu centrele celor două baze de coordonate cunoscute și cu diametrul bazelor dat.

Se dau: *centrele cu coordonatele O (3,3,2) și O_2(3,3,6) și diametrul 2 unități* (fig. 6.4, *a* și 6.4, *b*).

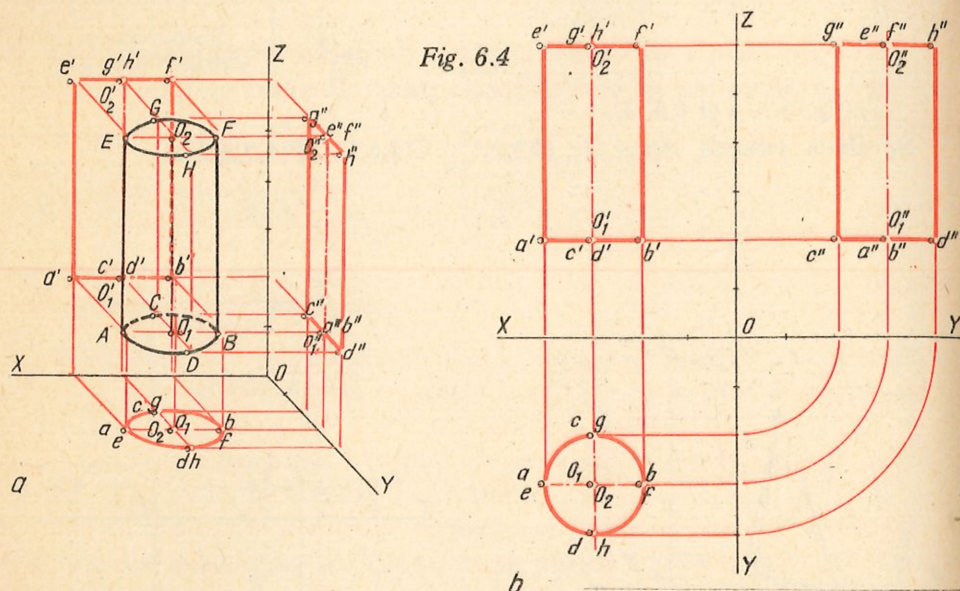


Fig. 6.4

Discuție. Din analiza coordonatelor centrelor celor două baze se observă că întrucît acestea au *abscisele* și *depărtările* de valori egale, axa cilindrului este perpendiculară pe planul orizontal și paralelă cu planele vertical și lateral și respectiv cu axa *OZ*. În această situație, pentru ușurarea reprezentării, se aleg la fiecare bază cîte două diametre perpendiculare între ele și paralele cu axele *OX* și respectiv cu *OY*. Cunoscîndu-se mărimea diametrelor bazelor cilindrului, se pot stabili coordonatele capetelor celor patru diametre, astfel:

— la baza O_1: *A*(4,3,2); *B*(2,3,2); *C*(3,2,2); *D*(3,4,2);
— la baza O_2: *E*(4,3,6); *F*(2,3,6); *G*(3,2,6); *H*(3,4,6).

Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție centrele celor două baze și capetele celor patru diametre alese.

● Se unesc proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile cilindrului pe cele trei plane de proiecție.

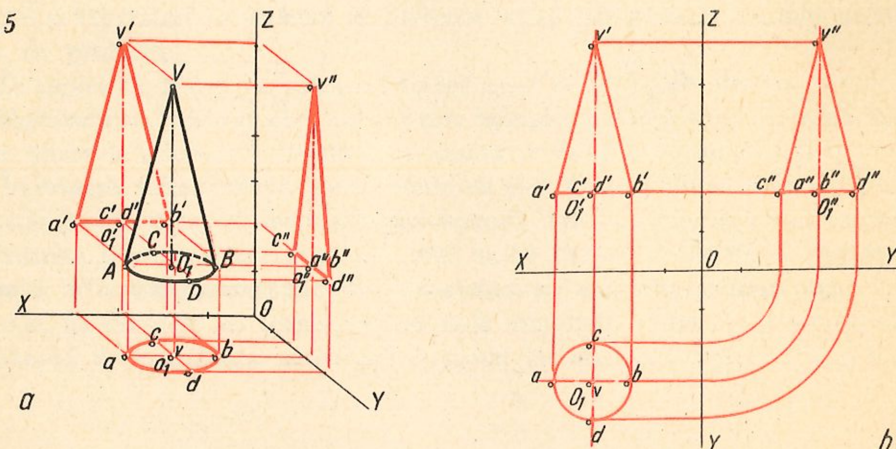
Notă. Reprezentarea cilindrului se mai poate face dîndu-se de la început coordonatele capetelor celor patru diametre ale bazelor, fără să se mai dea mărimea diametrului cilindrului.

2. REPREZENTAREA CONULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, un con circular drept la care se cunosc coordonatele vîrfului și ale centrului bazei și diametrul bazei.

Se dau: *coordonatele centrului bazei, O (3,3,2), coordonatele vîrfului conului V(3,3,6) și diametrul bazei conului 2 unități* (fig. 6.5, *a* și 6.5, *b*).

Fig. 6.5



Discuție. Din analiza coordonatelor centrului bazei și vîrfului conului se observă că, întrucît cele două puncte au *abscisele* și *depărtările* de valori egale, axa conului este perpendiculară pe planul orizontal și paralelă cu planele vertical și lateral și respectiv cu axa *OZ*. În această situație, pentru ușurarea reprezentării conului, se aleg pe baza lui două diametre perpendiculare între ele și paralele cu axele *OX* și respectiv cu *OY*. Cunoscîndu-se mărimea diametrului bazei conului, se pot stabili coordonatele capetelor celor două diametre: *A*(4,3,2); *B*(2,3,2); *C*(3,2,2); *D*(3,4,2).

Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție centrul bazei conului, vîrful acestuia și capetele celor două diametre alese.

● Se unesc proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile conului pe cele trei plane de proiecție.

Notă. Reprezentarea conului se mai poate face dîndu-se de la început coordonatele vîrfului și capetelor celor două diametre ale bazei, fără să se mai dea mărimea diametrului bazei conului.

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, o sferă al cărei centru are coordonatele cunoscute și al cărei diametru este dat (fig. 6.6, *a* și 6.6, *b*).

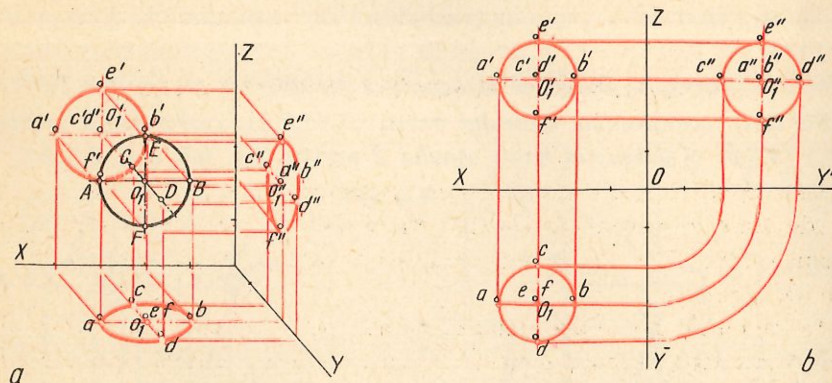


Fig. 6.6

Se dau: *coordonatele centrului sferei O (3,3,3) și diametrul ei 2 unități.*

Discuții. Pentru ușurarea reprezentării sferei se aleg trei diametre ale acesteia, fiecare dintre ele fiind paralel cu cîte o axă, astfel:

— paralel cu axa *OX*: *A*(4,3,2); *B*(2,3,2);
— paralel cu axa *OY*: *C*(3,2,2); *D*(3,4,2);
— paralel cu axa *OZ*: *E*(3,3,4); *F*(3,3,2).

Coordonatele capetelor diametrelor s-au stabilit ținîndu-se seama de mărimea diametrului sferei, care este dată în temă.

Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție centrul sferei și capetele celor trei diametre alese.

● Se unesc proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile sferei pe cele trei plane de proiecție.

Notă. Reprezentarea sferei se mai poate face dîndu-se de la început coordonatele capetelor celor trei diametre, fără să se mai dea mărimea diametrului sferei.

7
DISPUNEREA PROIECȚIILOR ÎN DESENUL TEHNIC

A. AȘEZAREA NORMALĂ A PROIECȚIILOR

În scopul obținerii unor imagini nedeformate ale unui obiect, precum și a adevăratelor mărimi ale tuturor dimensiunilor acestuia, în desenul tehnic obiectul se reprezintă în sistemul de proiecție ortogonală pe două sau mai multe plane de proiecție.

În capitolele 5 și 6 s-a arătat că forma unor elemente geometrice (drepte, figuri geometrice, corpuri geometrice) este complet definită prin proiecția lor pe trei plane de proiecție și uneori chiar numai pe două plane de proiecție.

În desenul tehnic, nevoia de a determina ușor forma pieselor reprezentate, respectiv de a se putea citi ușor și rapid desenul, îndeosebi al pieselor cu forme constructive complexe, compuse din mai multe corpuri geometrice, impune de multe ori reprezentarea pieselor (obiectelor) pe mai mult de trei plane de proiecție. Ca plane se iau fețele interioare ale unui cub, numit *cub de proiecție*, iar obiectul de reprezentat se consideră așezat în interiorul cubului (fig. 7.1).

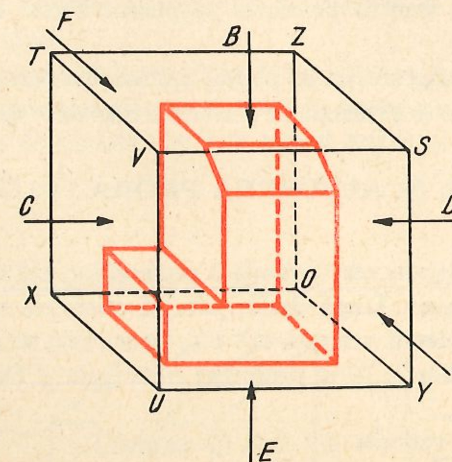


Fig. 7.1

Dacă se proiectează obiectul pe toate cele șase fețe ale cubului și se desfășoară fețele acestuia, după principiul rabaterii celor trei plane de proiecție, se obțin șase proiecții ale obiectului (fig. 7.2) astfel:

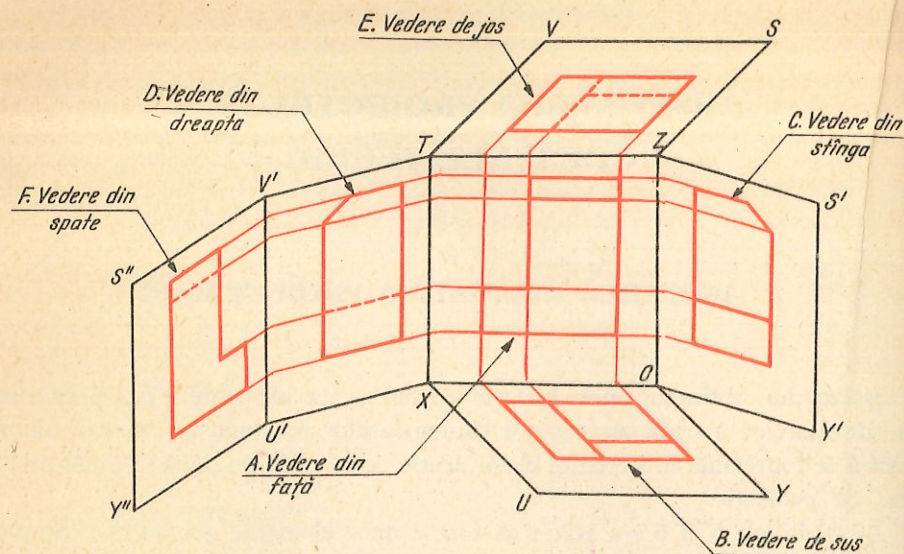


Fig. 7.2

— *vederea din față,* pentru proiecția pe planul vertical din spate (direcția *A*), denumită și *vedere principală*;

— *vederea de sus,* pentru proiecția pe planul orizontal inferior (direcția *B*):

— *vederea din stînga,* pentru proiecția pe planul lateral din dreapta (direcția *C*);

— *vederea din dreapta,* pentru proiecția pe planul lateral din stînga (direcția *D*);

— *vederea de jos,* pentru proiecția pe planul orizontal superior (direcția *E*);

— *vederea din spate,* pentru proiecția pe planul vertical din față (direcția *F*).

B. DISPUNEREA ȘI ALEGEREA PROIECȚIILOR

Pentru a se ajunge la dispunerea normală a proiecțiilor, cubul de proiecție (fig. 7:1) se desfășoară complet. După desfășurare si rabaterea tuturor fețelor cubului în același plan cu planul vertical *OXYZ*, proiecțiile se prezintă ca în figura 7.3, gruparea proiecțiilor în jurul proiecției principale *A* făcîndu-se după metoda europeană, astfel:

— vederea de sus sub vederea din față (principală);

— vederea din stînga în dreapta vederii principale;

— vederea din dreapta în stînga vederii principale;

— vederea de jos deasupra vederii principale;

— vederea din spate în stînga vederii din dreapta sau în dreapta vederii din stînga.

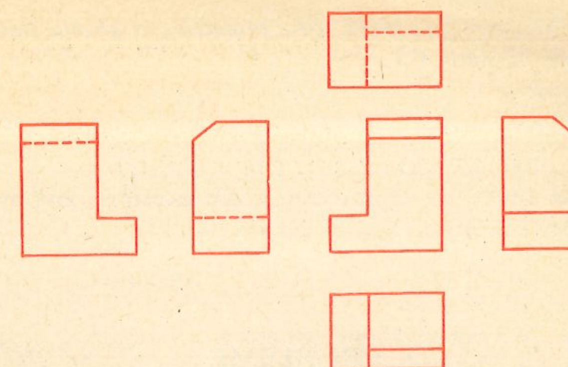


Fig. 7.3

În mod obișnuit, pentru reprezentarea completă a unui obiect, sînt suficiente următoarele trei proiecții, denumite și proiecții uzuale: *vederea din față, vederea de sus* și *vederea din stînga.*

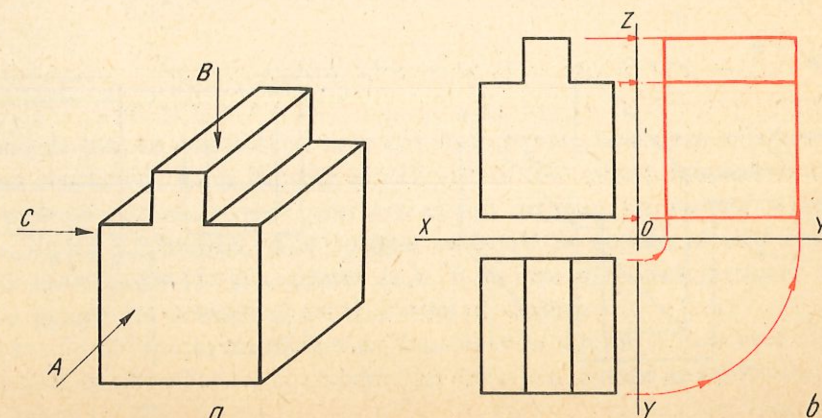
Proiecția principală se alege astfel încît să reprezinte cele mai multe detalii ale obiectului, de formă și dimensionale, și de regulă în poziția de utilizare a obiectului.

C. DETERMINAREA CELEI DE-A TREIA PROIECȚII

În situațiile cînd **se cunosc două proiecții (vederi) ale unui obiect și se impune determinarea celei de-a treia proiecții,** se procedează conform regulilor învățate la capitolul 5 (*Noțiuni de desen proiectiv*), cu ajutorul liniilor de ordine.

Se dă: *piesa reprezentată în perspectivă în figura 7.4, a. În figura 7.4, b, sînt date două proiecții ale acestei piese, în planul vertical* (vederea din față, în direcția indicată de săgeata *A*) *și în planul orizontal* (vederea de sus, indicată de săgeata *B*).

Fig. 7.4



Se cere: *să se determine cea de-a treia proiecție, în planul lateral* (vederea din stînga indicată de săgeata *C*).

Procedeu.

● Se trasează liniile de ordine indicate cu culoare roșie, care se prelungesc pe planul lateral.

● Se unesc apoi punctele de intersecție ale acestora, obținîndu-se proiecția pe planul lateral (reprezentată cu culoare roșie).

D. PROBLEME

1. Să se determine proiecția pe planul vertical (vederea din față, în direcția *A*) la piesa reprezentată în perspectivă în figura 7.5, *a*, și avînd celelalte două proiecții reprezentate în figura 7.5, *b*.

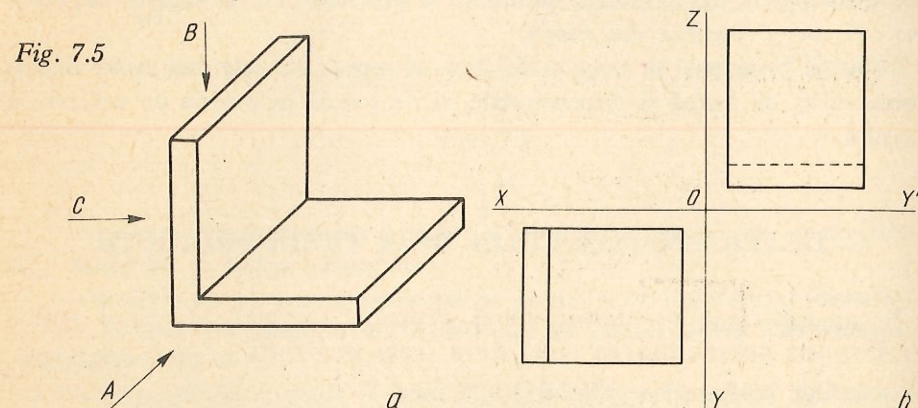


Fig. 7.5

2. Să se determine proiecția în planul orizontal (vederea de sus, în direcția *B*) la piesa reprezentată în perspectivă în figura 7.6, *a* și avînd celelalte două proiecții reprezentate în figura 7.6, *b*.

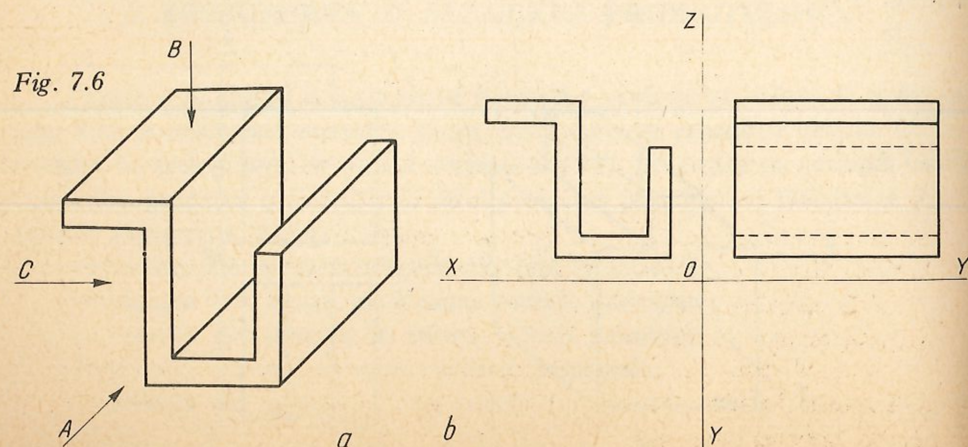


Fig. 7.6

8

ELEMENTE DE COTARE

Pentru ca o piesă să se poată executa, este necesar ca pe schița sau desenul de execuție să se înscrie dimensiunile și unghiurile care definesc forma piesei.

Înscrierea dimensiunilor și unghiurilor pe desenul unei piese se numește **cotare.**

Elementele cotării sînt *liniile de cotă, liniile ajutătoare, liniile de indicație* și *cotele* și sînt exemplificate în figura 8.1.

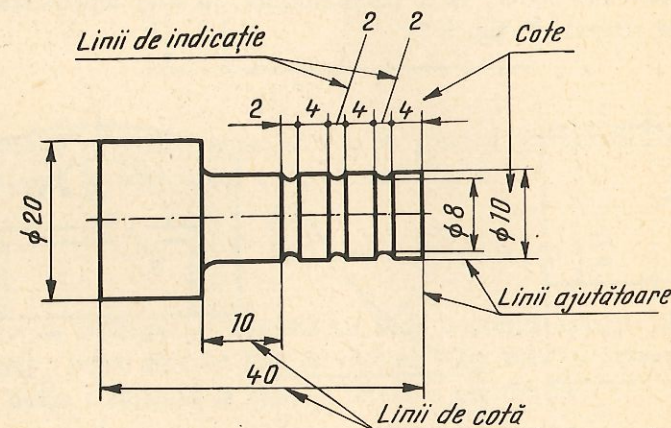


Fig. 8.1

1. LINIA DE COTA

Linia de cotă se trasează cu linie continuă subțire, deasupra căreia se înscrie cota respectivă. Linia de cotă se delimitează prin săgeți, amplasate la una sau la ambele extremități, sau prin combinații de săgeți și puncte. Săgețile, conform figurii 8.2, trebuie să se sprijine pe liniile de contur, să aibă unghiul la vîrf de aproximativ 15° și lungimea de 5–8 ori mai mare decît grosimea liniei continue groase (de contur) și nu mai mică de 2 mm.

În cazul unui spațiu insuficient pe linia de cotă, săgețile și înscrierea cotelor se desenează în afara liniilor ajutătoare (fig. 8.3), sau săgețile se înlocuiesc prin puncte îngroșate (fig. 8.4).

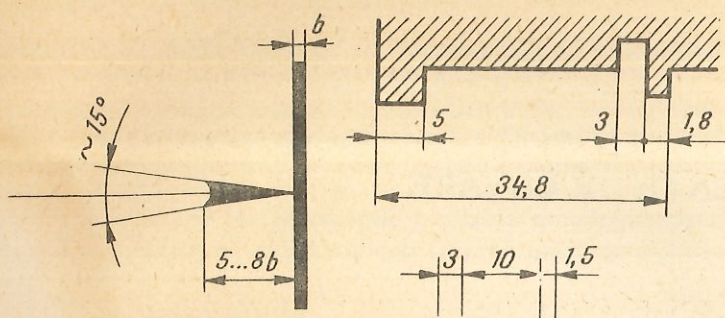


Fig. 8.2

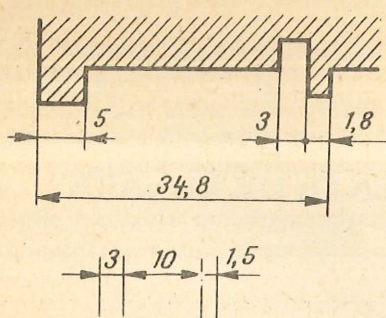


Fig. 8.3

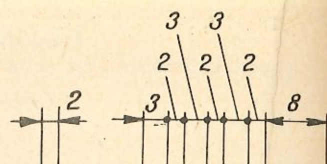


Fig. 8.4

Nu se admite ca săgețile să fie intersectate de linii (fig. 8.5, cota ϕ22).

Linia de cotă se execută dreaptă, paralelă cu elementul la a cărui dimensiune se referă (fig. 8.5).

Liniile de cotă se termină cu săgeată numai la unul din capete, în următoarele cazuri:

— la cotarea razelor de curbură (fig. 8.6 și 8,7);

— la cotarea diametrelor, cînd circumferința nu este reprezentată complet pe proiecția respectivă (fig. 8.7).

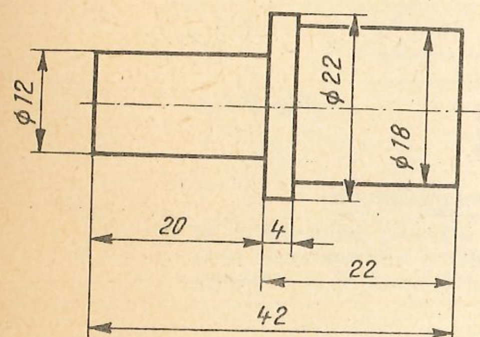


Fig. 8.5

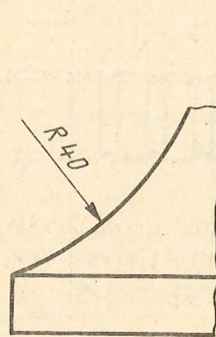


Fig. 8.6

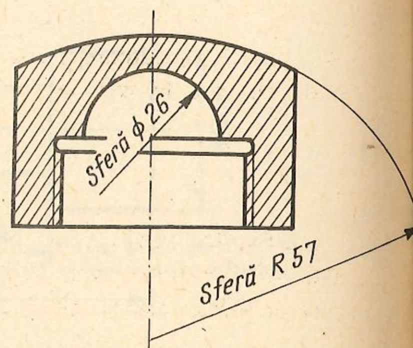


Fig. 8.7

În cazul cotării dimensiunilor unghiulare (fig. 8.8) sau a lungimii arcelor de cerc (fig. 8.9), linia de cotă se execută sub forma unui arc de cerc, cu centrul în vîrful unghiului, concentric cu arcul cotat.

Fig. 8.8

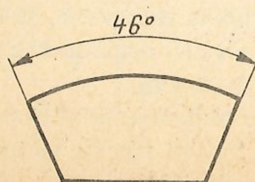
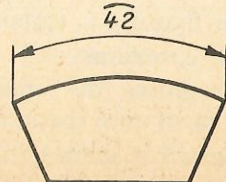


Fig. 8.9



Distanța între două linii de cotă paralele, precum și distanța între linia de cotă și linia de contur, paralelă cu aceasta, trebuie să fie de minimum 7 mm. *Este interzisă încrucișarea liniilor de cotă între ele sau cu linii ajutătoare.*

Se recomandă dispunerea liniilor de cotă în afara conturului obiectului reprezentat, în ordinea crescîndă a cotelor.

2. LINIILE AJUTĂTOARE

Liniile ajutătoare se trasează cu linie continuă subțire; pot fi folosite ca linii ajutătoare și liniile de contur (fig. 8.1) sau de axă (fig. 8.10), în special cînd se cotează diametre.

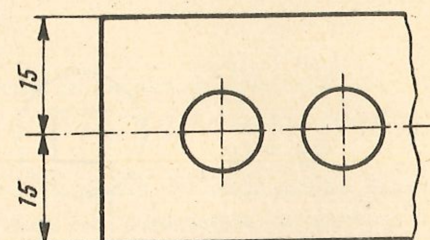


Fig. 8.10

Liniile ajutătoare trebuie să fie, în general, perpendiculare pe liniile de cotă, pe care le vor depăși cu 2...3 cm (fig. 8.1).

3. LINIA DE INDICAȚIE

Linia de indicație se trasează cu linie continuă subțire (fig. 8.1) și, dacă este necesar, poate avea un braț de indicație (fig. 8.11) și servește pentru a preciza pe desen elementul la care se referă o prescripție.

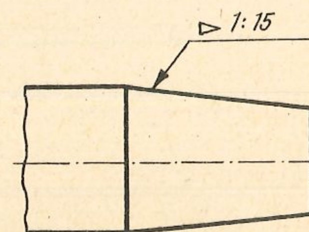


Fig. 8.11

4. COTA

Cota reprezintă valoarea numerică a dimensiunii elementului cotat, scrisă o singură dată direct pe desen; ea poate fi însoțită de simbolurile, cuvintele sau prescurtările necesare pentru precizarea elementului cotat.

Conform STAS 186-74, cotele se scriu cu cifre arabe, cu dimensiunea nominală a scrierii de minimum 3,5 mm, deasupra liniilor de cotă, la 1...2 mm distanță de acestea, spre mijlocul lor.

Toate dimensiunile liniare înscrise pe desene se exprimă în milimetri, fără a se scrie simbolul mm.

Cotele se scriu, după caz, însoțite de următoarele *simboluri:*

— simbolul ⌀, scris înaintea cotelor pentru diametre (fig. 8.1 și 8.5);

— simbolul *R*, scris înaintea cotei, în toate cazurile în care se indică o rază de curbură (fig. 8.6);

— simbolul ⌒, trasat deasupra cotei, în toate cazurile în care se indică cota lungimii unui arc de cerc (fig. 8.9);

— simbolul □, înscris înaintea cotei în care se indică latura unui pătrat (fig. 8.12);

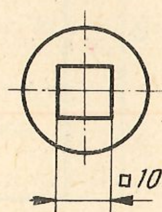


Fig. 8.12

— simbolul ▷, scris înaintea valorii unei conicități; vîrful simbolului trebuie orientat spre vîrful unghiului conului (fig. 8.11).

9

ELEMENTE DE EXECUȚIE A SCHIȚEI

Desenul tehnic se întocmește fie în scopul executării unei piese după concepția unui proiectant, desenul numindu-se *desen de execuție*, fie în scopul realizării unor piese de schimb după modele existente, desenul numindu-se *desen de releveu* sau *releveu.*

Atît desenul de execuție, cît și releveul, se execută la o anumită scară și cu ajutorul instrumentelor de desen, după ce în prealabil s-au executat schițele respective.

hîrtie albă opacă, pe un format standardizat, cu respectarea în limita aproximației vizuale a proporțiilor dintre diferitele elemente de formă ale obiectului.

Schița servește, de obicei, ca bază pentru întocmirea desenelor de studiu și de execuție, dacă ea este completată cu cotele și datele necesare.

A. INDICATORUL DESENULUI TEHNIC

Indicatorul desenului tehnic *este un tabel cu unele date care servesc la identificarea desenului și a obiectului reprezentat.*

El este amplasat în colțul de jos din dreapta al desenului și se trasează avînd linia de jos și cea din dreapta suprapuse chenarului desenului, așa cum se arată în figura 9.1 (indicatorul este notat cu *1*).

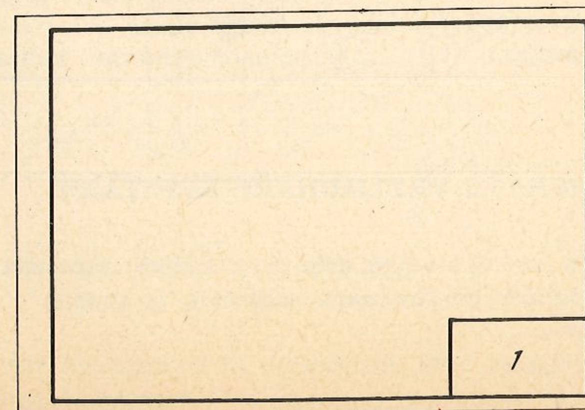


Fig. 9.1

Forma și dimensiunile indicatorului sînt indicate în figura 9.2. Completarea indicatorului se face cu următoarele date înscrise în căsuțele din figura 9.2:

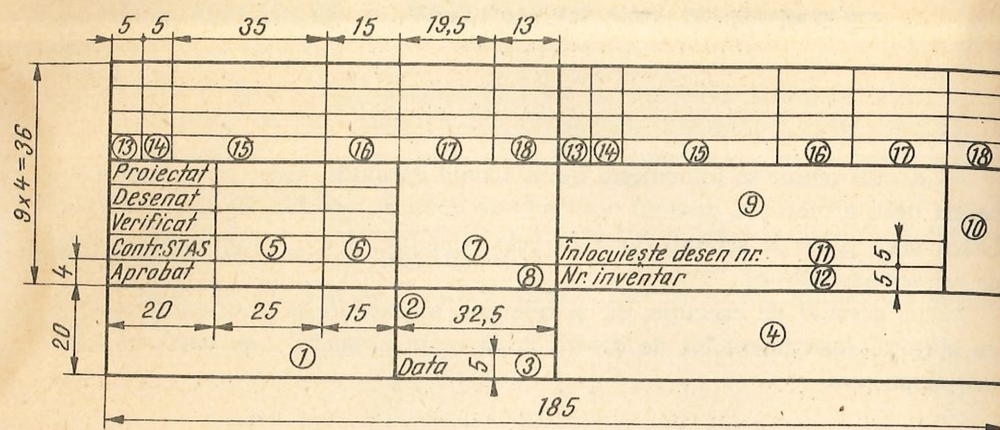


Fig. 9.2

①. denumirea sau inițialele întreprinderii, institutului etc. în cadrul căruia a fost executat sau se păstrează desenul original;

②. scara sau scările la care a fost executat desenul;

③. data la care a fost executat desenul;

④. denumirea produsului;

⑤.⑥. numele și, respectiv, semnătura persoanelor care au proiectat, desenat, verificat, controlat STAS și aprobat desenul;

⑦. marca (sau denumirea) și codul materialului din care este executat produsul reprezentat, precum și numărul standardului sau normei tehnice referitoare la material;

⑧. masa netă a produsului, după caz, în kilograme sau în tone.

⑨. numărul desenului.

⑩. numărul curent al planșei și numărul total de planșe ce compun desenul respectiv, separate printr-o linie de fracție oblică.

Completarea căsuțelor ⑪ ... ⑱ se face conform indicațiilor din STAS 282-77.

B. OPERAȚII PRELIMINARE SCHIȚĂRII

Pentru executarea corectă a schiței unei piese, trebuie respectată o anumită **succesiune a operațiilor preliminare schițării,** și anume:

— *identificarea piesei;*

— *analiza formei piesei;*

— *stabilirea poziției optime de reprezentare și a numărului minim de proiecții.*

1. IDENTIFICAREA PIESEI

Se efectuează următoarele operații:

— precizarea denumirii piesei;

— stabilirea rolului piesei în ansamblul din care face parte;

— determinarea poziției de funcționare.

2. ANALIZA FORMEI PIESEI

Analiza formei piesei se face cu scopul simplificării executării schiței. Forma oricărei piese se reduce la un ansamblu de corpuri geometrice simple (prisme, cilindri, conuri, sfere etc.), dispuse în diferite feluri.

În figura 9.3 este reprezentată o piesă compusă din poliedre și care reprezintă un suport pentru contactele fixe de la întrerupătoarele automate folosite în industria electrotehnică.

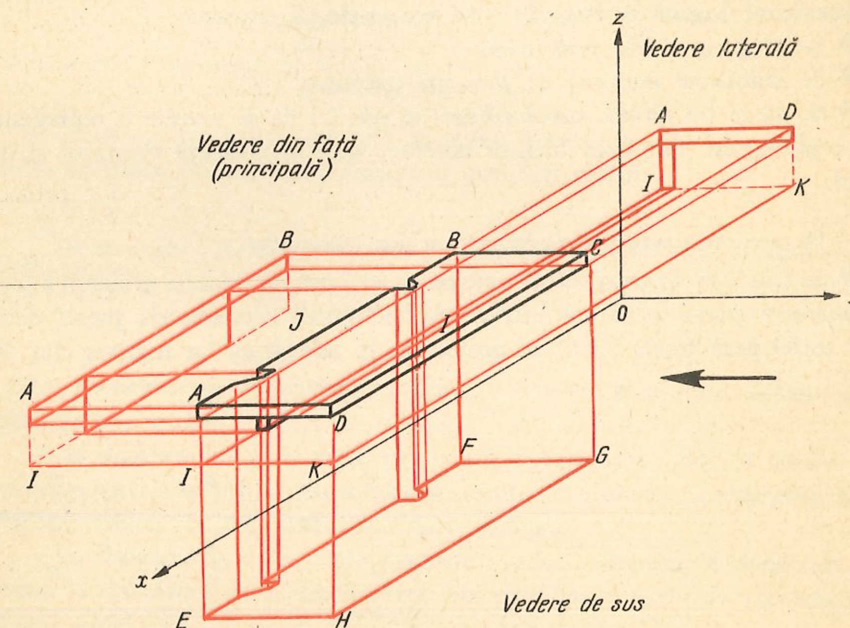


Fig. 9.3

Piesa este reprezentată în perspectivă, fiind desenate și proiecțiile ei pe cele trei plane de proiecție.

3. STABILIREA POZIŢIEI OPTIME DE REPREZENTARE ŞI A NUMĂRULUI MINIM DE PROIECŢII (VEDERI)

Piesele care funcţionează într-o anumită poziţie se reprezintă pe desen în poziţia de funcţionare. Piesele care funcţionează în orice poziţie (arbori, şuruburi etc.) se reprezintă în desen în poziţia de prelucrare la operaţia principală.

Poziţia de reprezentare se alege astfel, încît în proiecţia principală (vederea din faţă) să se obţină cele mai multe detalii de formă şi dimensionale.

Numărul de proiecţii se limitează la minimum necesar pentru reprezentarea clară a obiectului. Se recomandă să se folosească în special următoarele trei proiecţii: *vederea din faţă, vederea laterală* şi *vederea de sus.*

În figura 9.3, se exemplifică stabilirea poziţiei optime de reprezentare, vederea principală obţinîndu-se după direcţia săgeţii.

C. EXECUTAREA SCHIŢEI DUPĂ MODEL

Schiţa trebuie executată într-un timp cît mai redus, să fie completă şi cu o reprezentare grafică corespunzătoare. În acest scop, este necesar să se respecte o **succesiune logică a etapelor de execuţie,** şi anume:

- Se alege *proiecţia principală.*
- Se stabileşte *numărul de proiecţii* necesare.
- Se alege un *format standardizat,* în aşa fel ca să rezulte o reprezentare clară a piesei, cu înscrierea tuturor cotelor; apoi se trasează chenarul şi indicatorul.

De exemplu, pentru piesa din figura 9.3 se alege formatul A4.

- Se trasează *dreptunghiurile minime de încadrare* a fiecărei proiecţii a piesei. Se consideră piesa încadrată într-un paralelipiped circumscris piesei date şi aşezat astfel încît feţele lui să se proiecteze în adevărata lor mărime (fig. 9.4).

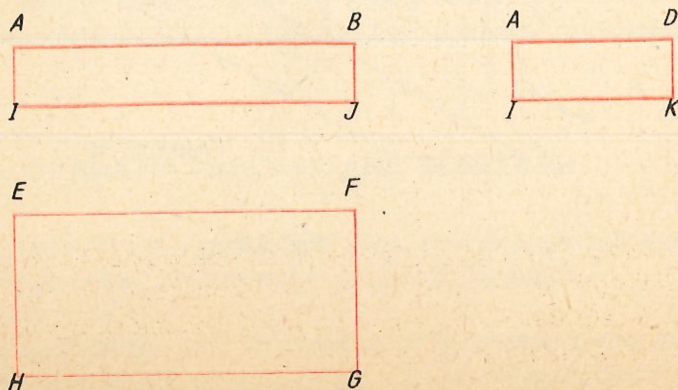


Fig. 9.4

în care:

d este dimensiunea măsurată pe desenul întocmit la scară;

r — dimensiunea reală a obiectului corespondentă cu cea măsurată pe desen;

N — unul dintre numerele: 2; 5 sau 10;

n — unul dintre numerele: 1; 2; 3 sau 4.

Cu ajutorul acestei relaţii, se poate rezolva orice problemă care se iveşte în legătură cu desenul la scară. Astfel:

— dacă trebuie reprezentat în desen un obiect ale cărui dimensiuni sînt cunoscute, se alege scara convenabilă şi se pot determina dimensiunile pe care le vom desena;

De exemplu, alegîndu-se scara 1:100, iar o dimensiune reală a obiectului fiind de 13 m se scrie:

$$\frac{d}{13} = \frac{1}{100}, \text{ de unde } d = \frac{13}{100} = 0{,}13 \text{ m} = 13 \text{ cm}.$$

— dacă un desen este întocmit la scară şi cotat, dar nu se cunoaşte scara la care a fost întocmit ea se poate determina cu ajutorul aceleiaşi relaţii;

De exemplu, o dimensiune măsurată pe desen este de 15 cm, iar dimensiunea reală conform cotei de pe desen este de 15 m. Se scrie:

$$\frac{15}{1\,500} = \frac{1}{x}, \text{ de unde } x = \frac{1500}{15} = 100,$$

de unde rezultă că desenul este întocmit la scara 1:100.

— dacă pe un desen întocmit la scară lipseşte o cotă (dimensiune reală) aceasta se poate determina cu ajutorul aceleiaşi relaţii.

De exemplu, o dimensiune măsurată pe desen fiind de 17 cm şi cunoscîndu-se că desenul a fost întocmit la scara 1:50, se scrie:

$$\frac{0{,}17}{r} = \frac{1}{50} \text{ de unde } r = 50 \times 0{,}17 = 8{,}50 \text{ m}.$$

La întocmirea desenelor la scară trebuie să se ţină seama de următoarele reguli:

— la desenele în care toate proiecţiile sînt reprezentate la aceeaşi scară, aceasta se înscrie în căsuţa din indicator destinată scării de reprezentare, sau sub titlul desenului, la cele executate fără indicator;

— la desenele în care unele proiecţii (vederi, secţiuni, detalii) sînt reprezentate la altă scară decît cea a proiecţiei principale, scara de reprezentare se notează astfel:

— în indicator se înscrie mărimea scării principale (scara proiecţiei principale), urmată de mărimile scărilor diferite de aceasta, înscrise între paranteze şi cu caractere mai mici (de exemplu: 1:10 (1:2) (1:5);

— pe desen, sub sau lîngă notarea proiecţiei reprezentate la scară diferită, se înscrie mărimea scării respective precedată de cuvîntul *Scara* (de exemplu: $A-A$ Scara 1:2; C Scara 5:1);

— la desenele care cuprind numai reprezentări de detalii, executate la scări diferite, scara fiecărei reprezentări se înscrie sub sau lîngă notarea reprezentării respective, iar în căsuţa din indicator destinată scării se trasează o linie scurtă.

B. FAZELE ALCĂTUIRII DESENULUI LA SCARĂ

● Alegerea scării desenului se face în aşa fel ca reprezentarea în desen a piesei să fie clară, adică să nu prezinte aglomerări de linii, cote şi semne convenţionale, care să îngreuieze citirea desenului. Ori de cîte ori este posibil, se alege scara 1:1.

● Calculul pentru determinarea mărimii formatului necesar se face ţinînd seama de dimensiunile obiectului reprezentat, de numărul necesar de proiecţii, de numărul de cote situate în afara proiecţiilor şi de suprafeţele libere care trebuie lăsate între proiecţii (circa 20 mm).

● Executarea propriu-zisă a desenului la scară se face în aceeaşi ordine ca şi schiţa. Se trasează axele principale, apoi conturul exterior şi interior.

● Cotarea desenului.

● Îngroşarea contururilor.

● Completarea indicatorului şi verificarea desenului.

C. APLICAŢII

Se vor executa desene la scară după schiţele întocmite la capitolul precedent.





CUPRINS

Nr. colilor de tipar: 6
Bun de tipar: 15.II.1984



Com. nr. 40095/30087
Combinatul poligrafic
«CASA SCÎNTEII»
București – R.S.R.